

**ENTORNO VIRTUAL INMERSIVO Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN
DE COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**

INGENIERA ZHOE VANESSA COMAS GONZÁLEZ



CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA (C.U.C.)

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

ÉNFASIS EN SOFTWARE Y REDES

MODALIDAD INVESTIGATIVA

BARRANQUILLA, COLOMBIA

2017

**ENTORNO VIRTUAL INMERSIVO Y SU INCIDENCIA EN LA EVALUACIÓN
DE COMPETENCIAS DE LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA
ELECTRÓNICA**

INGENIERA ZHOE VANESSA COMAS GONZÁLEZ

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO DE
MAGISTER EN INGENIERÍA**

MSC. RONALD ZAMORA MUSA

TUTOR

MSC. ISABEL ECHEVERRI OCAMPO

CO-TUTOR

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA (C.U.C.)

MAESTRÍA EN INGENIERÍA

ÉNFASIS EN SOFTWARE Y REDES

MODALIDAD INVESTIGATIVA

BARRANQUILLA, COLOMBIA

2017

Dedicatoria

Dedico este trabajo de investigación, primeramente, a Dios, por ser mi faro de luz y protector, por haberme permitido vivir tan grata experiencia.

A mi familia, por ser el pilar de mi vida y por su significativo apoyo en mi proceso de formación.

A mi esposo, mi compañero de vida, por su constante apoyo, comprensión y motivación en esta etapa tan importante de mi vida profesional.

A mis amigos, especialmente a Amparo, Maricruz, Estrella, José, Elkin y Simancas, por sacarme siempre una sonrisa, sobre todo en los momentos apropiados.

A mis tutores, por el excelente trabajo en equipo.

Zhoe Comas González

Agradecimientos

Le doy gracias a Dios, en primera instancia, por ser mi guía, mi faro y mi norte cada instante y en cada momento. Por haberme dado la oportunidad de vivir una experiencia tan bonita y significativa al cursar mis estudios de Maestría y cuyo aprendizaje guardaré por siempre conmigo.

Agradezco infinitamente a mis padres, Iván y Luzmina, por su amor incondicional, por su comprensión, por sus enseñanzas, resaltando de ellas, la importancia de los estudios en mi proyecto de vida.

Agradezco de igual manera a mi amado Jaime Andrés, por motivarme y no dejarme desistir, por su comprensión, sobre todo durante mi proceso de formación como maestrante.

Al Ing. Jaime Vélez y a la Universidad de la Costa por haberme dado la oportunidad de formarme como magister.

A mi tutor, MSc. Ronald Zamora, por sus valiosos aportes y constante apoyo en todas las etapas de ejecución de este estudio. Gracias por su confianza y dedicación. Así también, a la MSc. Isabel Echeverri, por sus asesorías y apoyo.

A mis amigos, les doy gracias por comprenderme cuando me encontraba ausente y por animarme para culminar esta etapa.

A mis compañeros de clases, en especial a José, Elkin, Simancas, Nazhir y Julio, por las experiencias vividas.

A mis profesores, por sus significativas enseñanzas.

Contenido

Lista de tablas	8
Lista de gráficos	9
Lista de anexos	11
Resumen	12
Abstract	14
Introducción	16
Planteamiento	18
 1. Objetivos	 21
1.1. Objetivo general	21
1.2. Objetivos específicos	21
 2. Marco teórico y estado del arte	 22
2.1. Las TIC y la educación	24
2.2. Ambientes Virtuales inmersivos	25
2.3. Interacción en ambientes virtuales inmersivos en e-Learning	27
2.4. Evaluación de competencias a través de entornos virtuales inmersivos	28
2.5. Plataformas tecnológicas utilizadas en los ambientes virtuales inmersivos	29
3. Metodología	31
4. Análisis bibliográfico de la literatura	34
4.1. Establecimiento de las palabras claves de la revisión de la literatura	34
4.2. Determinación de las fuentes de consulta	35
4.3. Creación de cadenas de búsqueda	36
4.4. Consulta de casos de éxitos	36
4.5. Selección de artículos y elaboración de la matriz de papers	39
4.6. Clasificación y documentación de la información	40
 5. Análisis de competencias y selección de tecnología	 41
5.1. Revisión de competencias	41
5.2. Selección de la asignatura	48
5.3. Selección de competencias para evaluar	51
5.4. Definición de los indicadores de medición	54
5.5. Elaboración de instrumentos de evaluación	57
5.6. Revisión de herramientas tecnológicas	64
 6. Desarrollo del entorno virtual inmersivo	 66
6.1. Elaboración de preguntas	66
6.2. Construcción del entorno virtual inmersivo	66
7. Pruebas del entorno	74
7.1. Selección de la muestra y procedimiento experimental	74
7.2. Elaboración del cronograma para la aplicación de pruebas	75
7.3. Aplicación del post test con grupo control	77
8. Análisis de resultados	82
8.1. Resultados Bioingeniería	82

8.1.1. Resultado experimento grupo A de Bioingeniería.....	82
Fuente: propia.....	83
8.1.2. Resultado experimento grupo B de Bioingeniería.....	87
8.1.3. Resultado experimento Grupo C de Circuitos digitales.....	93
8.1.4. Resultado experimento Grupo D de Circuitos digitales.....	94
8.1.5. Resultado experimento Grupo E de Sistemas digitales.....	95
8.1.6. Resultado experimento Grupo F de Sistemas digitales.....	96
8.2. Duración de la prueba.....	97
8.2.1. Duración de la prueba Grupo B – Bioingeniería.....	97
8.2.2. Duración de la prueba Grupo D – Circuitos digitales.....	98
8.3 Duración de la prueba Grupo F – Sistemas digitales, Perú.....	99
8.4. Usabilidad del Entorno virtual inmersivo.....	100
8.4.1. Usabilidad del entorno virtual Inmersivo, Grupo B, Bioingeniería.....	101
8.4.2. Usabilidad del entorno virtual Inmersivo, Grupo D, Circuitos digitales.....	102
8.4.3. Usabilidad del entorno virtual Inmersivo, Grupo F, Sistemas digitales, Perú.....	105
8.5. Documentación de la monografía.....	107
9. Conclusiones.....	108
Referencia.....	110

Lista de figuras

Gráfica 1. Resultado general del experimento, Grupo A	83
Gráfica 2. Resultado porcentual anatomía del ojo, Grupo A	84
Gráfica 3. Resultado porcentual comportamiento electro físico, Grupo A	85
Gráfica 4. Resultado porcentual manejo del EOG, Grupo A	87
Gráfica 5. Porcentaje general categoría por competencia, Grupo B.	88
Gráfica 6. Resultado porcentual anatomía del ojo, Grupo B.....	89
Gráfica 7. Resultado porcentual comportamiento electro físico, Grupo B.....	91
Gráfica 8. Resultado porcentual manejo del EOG, Grupo B	92
Gráfica 9. Resultado porcentual Circuitos digitales, Grupo C.	93
Gráfica 10. Resultado porcentual general, Grupo D.	94
Gráfica 11. Resultado porcentual general, Grupo E, Perú.....	95
Gráfica 12. Resultado porcentual general, Grupo F, Perú.	96
Gráfica 13. Duración experimento en entorno virtual inmersivo, Grupo B.....	98
Gráfica 14. Duración experimento en entorno virtual inmersivo, Grupo D	99
Gráfica 15. Duración evaluación virtual Sistemas digitales, Grupo F	100
Gráfica 16. Resultado porcentual apropiación de competencias TIC – Grupo B, Bioingeniería.	101
Gráfica 17. Claridad y comprensión de la información presentada.	102
Gráfica 18. Interfaz del Software amigable.	103
Gráfica 19. Satisfacción de trabajar con el Software	103
Gráfica 20. Recomendación del Software a un tercero	104
Gráfica 21. Claridad y comprensión de la información presentada, Perú.....	105
Gráfica 22. Interfaz del Software amigable, Perú.	106
Gráfica 23. Satisfacción de trabajar con el Software, Perú.....	106
Gráfica 24. Recomendación del Software a un tercero – Perú.....	107

Lista de tablas

Tabla 1. 33

Tabla 2.....36

Tabla 3.....39

Tabla 4.....44

Tabla 5.....47

Tabla 6.....60

Tabla 7.....62

Tabla 8.75

Tabla 9.....84

Tabla 10.85

Tabla 11.86

Tabla 12.88

Tabla 13.90

Tabla 14.92

Lista de gráficos

Gráfica 1. Resultado general del experimento, Grupo A.	69
Gráfica 2. Resultado porcentual anatomía del ojo, Grupo A	70
Gráfica 3. Resultado porcentual comportamiento electro físico, Grupo A	71
Gráfica 4. Resultado porcentual manejo del EOG, Grupo A	73
Gráfica 5. Porcentaje general categoría por competencia, Grupo B.	74
Gráfica 6. Resultado porcentual anatomía del ojo, Grupo B.	75
Gráfica 7. Resultado porcentual comportamiento electro físico, Grupo B.	77
Gráfica 8. Resultado porcentual manejo del EOG, grupo B	78
Gráfica 9. Resultado porcentual Circuitos digitales, grupo C.....	79
Gráfica 10. Resultado porcentual general, Grupo D.	80
Gráfica 11. Resultado porcentual general, Grupo E, Perú.	81
Gráfica 12. Resultado porcentual general, Grupo F, Perú.	82
Gráfica 13. Duración experimento en entorno virtual inmersivo, Grupo B.....	84
Gráfica 14. Duración experimento en entorno virtual inmersivo, Grupo D	85
Gráfica 15. Duración evaluación virtual Sistemas digitales, Grupo F	86
Gráfica 16. Resultado porcentual apropiación de TIC – Grupo B, Bioingeniería.	87
Gráfica 17. Claridad y comprensión de la información presentada.	88
Gráfica 18. Interfaz del software amigable.	89
Gráfica 19. Satisfacción de trabajar con el software	89
Gráfica 20. Recomendación del software a un tercero.....	90
Gráfica 21. Claridad y comprensión de la información presentada, Perú.	91
Gráfica 22. Interfaz del software amigable, Perú.....	92

Gráfica 23. Satisfacción de trabajar con el software, Perú.....	92
Gráfica 24. Recomendación del software a un tercero – Perú	93

Lista de anexos

Anexo No 1. Artículo publicado revista Espacios

Anexo No 2. Guía de observación

Anexo No 3. Banco de preguntas grupo control

Anexo No 4. Banco de preguntas grupo experimental

Anexo No 5. Autorización del director

Anexo No 6. Autorización del docente

Anexo No 7. Formatos consentimiento informado estudiantes

Anexo No 8. Formato consentimiento informado profesores

Anexo No. 9. Análisis de resultados

Resumen

La tecnología es uno de los pilares que impulsa el desarrollo tecnológico de un país, ha generado cambios en los esquemas sociales, dentro de ellos, en la educación en ingeniería. En el sector educativo, algunas técnicas de enseñanza se han mantenido en los métodos tradicionales y no todos se han adaptado al cambio que acarrea el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, (TIC). Es por ello que a nivel mundial se han desarrollado proyectos encaminados a establecer una cercanía entre estos dos importantes elementos: la Tecnología y la Educación en Ingeniería, a través de ambientes virtuales inmersivos y colaborativos.

Por otro lado, aun cuando se encuentran investigaciones y trabajos relacionados con el uso de las TIC y los entornos virtuales inmersivos en la educación en ingeniería, se observa que en éstos predominan la implementación de distintas tecnologías sin evaluar los efectos que producen en la enseñanza de ingeniería y en otros pocos casos se implementa la tecnología y se observa si se adquirió el concepto, pero no se evalúa que efectos pueden ejercer en el individuo en cuanto al desarrollo de habilidades o competencias.

Por consiguiente, el presente trabajo de investigación está encaminado a desarrollar un entorno virtual inmersivo que permita estudiar los efectos de las TIC sobre las competencias, en este caso, del Ingeniero Electrónico, mediante evaluaciones a través de herramientas tecnológicas, promoviendo con ello un cambio en el paradigma del desarrollo de entornos virtuales inmersivos y su incidencia en la evaluación de competencias en la formación de los futuros ingenieros.

Palabras clave: competencias, educación virtual, entornos virtuales inmersivos, ingeniería.

Abstract

Technology is one of the engines that drive the technological development of a country; it has generated changes in social schemes, specially, in the education of the engineering.

In the education field, some teaching techniques have remained in traditional methods and not all people have adapted themselves to the change brought about by the use of Information and Communication Technologies (ICT). That is why at the global level, projects have been developed to establish a closeness between these two important elements: Technology and Education in Engineering, through immersive and collaborative virtual environments.

On the other hand, although researches and works related to the use of ICTs and immersive virtual environments in engineering education are found. They predominate in the implementation of different technologies without evaluating the effects they produce in the teaching of engineering and in a few other cases the technology is implemented and it is observed if the concept was acquired, but it is not evaluated what effects can exert on the individual in the development of skills or competences.

Therefore, this research work is aimed at developing an immersive virtual environment that allows study the effects of ICT on the competences, in this case, the Electronic Engineer, through evaluations through technological tools, thereby promoting a change in the paradigm of the development of immersive virtual environments and its impact on the evaluation of skills in the training of future engineers.

Keywords: Competence, virtual education, Immersive virtual environment, engineering.

Introducción

La tecnología es uno de los pilares que impulsa el desarrollo tecnológico de un país, ha generado cambios en los esquemas sociales, dentro de ellos, en la educación.

En el ámbito educativo, se han desarrollado proyectos que involucran el uso de las Tecnologías de la Información y Comunicación, TIC, con el propósito de fomentar la autonomía en el proceso de aprendizaje, cuya aplicación abarca una variedad de disciplinas y temas específicos. Empero, en la revisión de la literatura se encontró que, aunque existen muchos trabajos enfocados a la aplicación de las TIC en la educación, no se han encontrado evidencias de estudios que midan, verifiquen o validen el efecto de éstas en el desarrollo de competencias mediante el uso de ambientes virtuales inmersivos.

Partiendo de lo anterior, el presente trabajo de investigación tiene como propósito construir un ambiente virtual e inmersivo que permita identificar el impacto de las TIC en el desarrollo de competencias y habilidades del Ingeniero Electrónico. La metodología seleccionada para la ejecución del proyecto ha sido *top Breakdown Structure* en la que se definieron jerárquicamente las fases, objetivos, actividades y resultados que abordan la realización del proyecto.

En el primer capítulo se explica la problemática identificada, argumentando la importancia de estudiar cómo inciden los entornos virtuales inmersivos en el desarrollo de competencias del ingeniero electrónico. Seguidamente, en el segundo apartado se relaciona el alcance del proyecto a través del objetivo general y de los específicos. En el tercer

capítulo se desarrolla el marco conceptual y de antecedentes; en él, se abordan los juicios relacionados a la temática trabajada y los referentes del mismo, obtenido mediante la búsqueda sistemática en bases de datos de consulta especializada. El cuarto capítulo consta de la metodología, en la que se explica de manera específica las fases y actividades que se definieron para la ejecución organizada del proyecto. En el quinto capítulo, se aborda el análisis de las competencias generales y específicas en las asignaturas de Bioingeniería y Circuitos Digitales. El sexto capítulo, por su parte, se fundamenta en la construcción del ambiente virtual inmersivo y la implementación del mismo, a través de una prueba de funcionamiento, aplicado en las asignaturas seleccionadas en el estudio; por último, el séptimo capítulo consiste en el análisis de resultados. En éste apartado se interpretan los datos obtenidos de la prueba realizada y a partir de ahí, definir las conclusiones y plantear una propuesta de trabajo futuro.

Dentro de los beneficios esperados, se desea constatar de qué manera inciden los entornos virtuales inmersivos en el desarrollo de competencias del ingeniero electrónico.

Planteamiento

La tecnología es uno de los pilares que impulsa el desarrollo tecnológico de un país, ha generado cambios en los esquemas sociales, dentro de ellos, en la Educación.

Normalmente, las clases se llevan a cabo en el aula, lugar en el que se encuentran estudiantes con un profesor y desarrollan una temática. Sin embargo, gracias al manejo de las TIC y de la tecnología, se ha promovido el aprendizaje a distancia, desde cualquier lugar y en cualquier momento. Al encontrarnos en una era digital, los jóvenes de hoy en día tienen un mayor acceso y manejo de la tecnología, es por ello que algunos estudios afirman que los desafíos en la educación están por comenzar (Theng & Neo, 2013; Ke, Lee & Xu, 2016) (Theng & Neo, 2013) (Esteve, 2003; Zamora & Villa, 2013).

Por otro lado, los avances y aportes de la tecnología han permitido desarrollar diferentes estudios encaminados a la inserción de las TIC en el sector Educativo, por ejemplo, el uso de entornos virtuales de aprendizaje y de realidad aumentada. Institutos de Educación Superior como el *Northern Illinois University*, han implementado entornos virtuales inmersivos en la mayoría de sus cátedras con el fin de capturar la atención del estudiante y facilitarles el aprendizaje. La escuela de salud pública, *Center for the Advancement of Distance Education*, utiliza entornos virtuales inmersivos para entrenar a funcionarios del estado y empleados locales en la planificación, entrenamiento y evaluación de procesos virtuales. La Universidad Técnica del Colorado utiliza el ambiente virtual inmersivo en la clase de Métodos de ingeniería de sistemas para la resolución de problemas. Con esto se observa que existe una cercanía entre la Tecnología de Información

y Comunicación, TIC, y la educación, aplicado a diferentes áreas del conocimiento. Estos entornos virtuales están soportados por plataformas tecnológicas orientadas al aprendizaje a distancia, conocido también como E-Learning, el cual provee a los estudiantes acceder a la información sin las restricciones de espacio-tiempo (Ching-Song, 2009) (Ching-Song, 2009; Jou & Wang, 2013; Boyle et al., 2014) (Ullberg, Monahan, & Harvey, 2007) (Badashian & Firouzabadi, 2010; Schettino, 2015).

La incursión de los ambientes virtuales inmersivos en la educación ha demostrado que existe mucho potencial en el desarrollo del aprendizaje a distancia, el cual interactúa con el proceso educativo y el desarrollo de competencias, promoviendo el trabajo colaborativo (Badashian & Firouzabadi, 2010) (Zamora-Musa, 2014). Dentro del proceso de aprendizaje, el estudiante debe desarrollar competencias básicas y específicas de su disciplina, que respondan a los contextos actuales de la sociedad implementando el uso de ambientes virtuales como una herramienta tecnológica.

Sin embargo, existen pocos estudios encaminados a conocer de qué manera incide el uso de estas herramientas en la evaluación de competencias. A nivel general, los profesionales deben desarrollar habilidades transversales y específicas de su carrera. En la Ingeniería, por ejemplo, se debe responder a necesidades de un mundo globalizado y cada vez más exigente; por ello, la formación adquirida debe repercutir en la sociedad, en la industria y en los constantes cambios que se presentan. Se identificó que las competencias que puede desarrollar un individuo a lo largo de su profesión son parecidas a nivel mundial, por consiguiente, se debe procurar formar al estudiante de manera globalizada, capaz de

adaptarse a cualquier escenario y aunque la tecnología es una fuerte aliada, ampliamente utilizada en los procesos de enseñanza/aprendizaje, se desconoce de qué manera puede incidir en la evaluación competencias. Por lo consiguiente, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo incide el uso de las TIC en la evaluación de competencias del estudiante de Ingeniería Electrónica?

1. Objetivos

1.1. Objetivo general

Desarrollar un entorno virtual inmersivo para identificar la incidencia que el uso de las plataformas virtuales ejerce en la evaluación de competencias del ingeniero electrónico.

1.2. Objetivos específicos

- Determinar el estado actual de los entornos virtuales inmersivos en la evaluación de competencias del ingeniero electrónico.
- Seleccionar la herramienta tecnológica para el diseño del aula virtual inmersiva.
- Construir un entorno virtual inmersivo enfocado a la evaluación de competencias.
- Identificar el impacto que ejercen los ambientes virtuales inmersivos en el desarrollo de competencias.

2. Marco teórico y estado del arte

El trabajo de los autores Ramos, Larios, Cervantes & Leriche (2007) define los ambientes virtuales inmersivos como “un espacio tridimensional, real o imaginario, generado por una computadora, con el que una persona puede interactuar, produciéndole la sensación de estar dentro de un lugar”. Alfonso Bustos y César Coll (2010) mencionan en su trabajo que “los entornos virtuales son mundos diferentes en cuanto a que su arquitectura, su cultura, expectativas y prácticas son distintos” (Sánchez & Salvador, 2010). Por otro lado, el autor Vander-Valk (2008) lo define como “espacios con capacidad de crear zonas de recombinación cultural, económica y de identidad que amplía las posibilidades de experiencias de aprendizaje colaborativo y favorece el desarrollo de comunidades de aprendizaje”. Teniendo en cuenta los anteriores conceptos, se define los ambientes virtuales Inmersivos como espacios 3D de fácil interacción, que estimulan los sentidos de los usuarios y producen sensaciones de estar en un ambiente o lugar.

Por otro lado, otro de los conceptos involucrados en el tema que se aborda es la realidad virtual, la cual es un ambiente tridimensional, generado por herramientas tecnológicas e informáticas y constituido por una serie de objetos o entornos que crean en el usuario la sensación de inmersión en ella (Ramos, Larios, Cervantes & Leriche, 2007; Comas-Gonzalez et al., 2017). Es una manera de visualizar, manipular e interactuar con computadores, dispositivos electrónicos y datos extremadamente complejos; su uso más popular es en los videojuegos, sin embargo, también se usa con otros enfoques en la medicina, la industria, la educación, entre otros (Arango, Chang, Esche, & Chassapis, 2007;

Abulrub, Attridge, & Williams, 2011; Pollock & Biles, 2016). La interacción entre los usuarios y los mundos virtuales se da mediante avatares. Un avatar es la representación de una persona en el mundo virtual, dónde es posible generar aprendizaje colaborativo.

Además, al hablar de educación virtual, es popular encontrar el término aprendizaje colaborativo, éste, es definido en la literatura como un método de enseñanza en el que un grupo de varias personas construyen conocimiento a partir de discusiones y reflexiones colectivas (Almeida-Brito, Saraiva-Carvalho, De Melo, Gomes & Da Silva, 2011; Triberti, Villani, & Riva, 2016). Para que sea colaborativo debe promover el contacto social e inclusivo, generando “una interdependencia entre los miembros del grupo”, permitiendo el desarrollo de técnicas interpersonales, competencias y habilidades (Zamora-Musa, 2014).

Así también, Stahl, Koschmann & Suthers (2006) y Bachen, Hernández-Ramos, Raphael, & Waldron (2016) sustentan que el tipo de interacción dada mediante los entornos virtuales es posible gracias a las herramientas tecnológicas implicadas en el diseño y construcción de plataformas inmersivas y colaborativas que trabajan temas de las diferentes áreas del conocimiento (Theng & Neo, 2013; Comas-Gonzalez, Echeverri-Ocampo, Zamora-Musa, 2017).

En el estudio de referentes bibliográficos se han encontrado diversos trabajos sobre aprendizajes colaborativos a través de ambientes virtuales. Uno de ellos es el aprendizaje de las matemáticas mediante la virtualidad, el cual ha arrojado reportes positivos, según los estudios realizados en esta área (Shukor, Mohd Salleh & Ahmad, 2015). Por otro lado, hay también reportes sobre la aplicación de entornos colaborativos para la enseñanza a distancia

(Bertrand et al., 2015), con el ánimo de favorecer a estudiantes con trabajo a tiempo completo que se les dificulta desplazarse a un aula de clases para recibir una cátedra (Krull, Wetmore, Ruggiero & Sharp, 2006; Zamora, 2010). Incluso, existen trabajos relacionados en estudiar aplicaciones de las redes sociales en los nuevos métodos de enseñanzas virtuales (Claros, Cobos & Collazos, 2016).

2.1. Las TIC y la educación

El uso de las TIC ha sido implementado en la educación con el objeto de promover el aprendizaje en el estudiante. Estudios recientes han comprobado que el uso de Ambientes Virtuales Inmersivos y Colaborativos generan un 50% de retentiva en el estudiante y una tasa significativa de mejora en el aprendizaje (Peng, Tan, & Liu, 2015). Instituciones educativas a nivel mundial han implementado este tipo de tecnología virtual en sus clases con el objetivo de mejorar el desempeño del estudiante y estimular el aprendizaje significativo (Martinez-Palmera, 2011).

Algunos casos referentes al uso de las TIC en instituciones educativas son las siguientes: la Universidad Técnica de Valencia ha desarrollado un nuevo currículo en el que se ha incluido el uso de las TIC en la enseñanza de la asignatura Fundamento de Computadoras para el programa de Ingeniería Informática (Lemus, Lenin; Benlloch, 2011). El departamento de Ingeniería y Tecnologías aplicadas UPIITA, utiliza las TIC en la cátedra de Mecatrónica I: tecnología de materiales (Zinayna & Carvallo, 2008); también, se utiliza a manera de laboratorios virtuales para la enseñanza de clases específicas, en las que

el estudiante tiene la posibilidad de analizar datos y realizar mediciones, a través de una simulación (Travassos Valdez, Machado Ferreira, Martins, & Maciel Barbosa, 2014).

El uso de ambientes virtuales Inmersivos ha sido utilizado en múltiples disciplinas y no solo a nivel educativo sino también, en sectores como la salud (Rajagopal et al., 2016; Liao et al., 2015) y la industria (Garikayi, Van Den Heever, & Matope, 2016; Deshmukh et al., 2016; Maly, Sedlacek, & Leitao, 2016). Trabajos como los de Alves, Miranda, & Morais (2015), Jianlei, Tan & Liu (2015), Branovic, Popovic, Jovanovic, Gioirgi, Nikolic & Zivkovic (2014), Herrera-Jaramillo (2013) y Banerjee, Perera, & Choudhury (2013), exponen que las herramientas virtuales promueven el trabajo colaborativo y el aprendizaje de manera independiente; además, que los planes de contenidos están más alineados a las tendencias actuales de las disciplinas, permitiéndoles desarrollar de una manera más significativa sus conocimientos y competencias.

En el sector educativo, se encuentran trabajos de ambientes virtuales Inmersivos en áreas como la medicina, astronomía, matemáticas, química molecular, física, nano física, ingeniería electrónica, entre otros (Lima et al., 2016; Deb, 2016; Garcia-Orellano, Macías-Macías, González-Velasco, García-Manso, & Gallardo-Caballero, 2016; Paiva, Machado & Valenca, 2013; Wei, Abdelrahman, & Weisinger, 2012; Lemus & Benlloch, 2011; Zinayna & Carvalho, 2008).

2.2. Ambientes Virtuales inmersivos

Los autores Peng et al., (2015) y Alves et al., (2015) definen los ambientes virtuales inmersivos como “espacios tridimensionales, reales o imaginarios, generado por una

computadora, con el que una persona puede interactuar, produciéndole la sensación de estar dentro de un lugar”. Por otro lado, Peng et al., (2015) y Badashian, Firouzabadi, Delchah, Afzali & Mahdavi (2010) mencionan que “los entornos virtuales son mundos diferentes en cuanto a que su arquitectura, su cultura, expectativas y prácticas son distintos”. Así también, los entornos virtuales Inmersivos están definidos por las siguientes características (Condic, 2009):

- Interfaz gráfica llamativa.
- Alta interacción.
- Inmediatez, claridad y poca inconsistencia.
- Comunidades y/o elementos que permiten la interacción y comunicación.

Teniendo en cuenta éstas características y las definiciones anteriormente descritas, se observa que los entornos virtuales inmersivos establecen espacios de comunicación y fomentan nuevas formas de aprendizaje, de manera integral, colaborativa y con el uso de las TIC. El proceso de comunicación en este tipo de ambientes se constituye por uno o varios usuarios conectados en un espacio virtual tridimensional – inmersivo- (Bazzaza, Al Delail, Zemerly & Ng, 2014), al cual acceden para darle vida a un Avatar; a través del cual interactúan con una comunidad virtual (Schettino, 2015).

Según los autores Sykes, Oskoz, Thorne & Steven (2008) y Ştefan (2012), hay tres tipos de entornos virtuales, los cuales son: virtualidad social abierta, los juegos multijugador masivos online – MMOG, *Multiplayer Online Game* y los entornos Inmersivos sintéticos – SIES *Synthetic Immersive Environments*, los cuales son espacios

visuales que combinan aspectos de virtualidad social abierta con un entorno dirigido a alcanzar objetivos específicos de aprendizaje.

Los entornos inmersivos sintéticos (SIES) están diseñados con fines educativos con el apoyo y colaboración de un ambiente constructivista, en el que los estudiantes son el centro de su propio aprendizaje.

2.3. Interacción en ambientes virtuales inmersivos en e-Learning.

Los ambientes virtuales se han convertido en una tendencia en el sector educativo; ellos combinan escenarios de educación donde se simulan aulas de clases reales, permitiendo la interacción de los individuos con materiales y herramientas para una experiencia más significativa (Chung, 2011).

La educación a través de los ambientes virtuales está más enfocada en las necesidades y el ritmo de aprendizaje del estudiante (Chen & Yang, 2014; Bazzaza, Al Delail & Zemerly, 2014; Iskander, Catten, Jones & Jameson, 1995). Por ello, los autores Luengas, Guevara & Sánchez (2009) afirman que la educación virtual promueve conexiones no solo con la tecnología sino también con otros usuarios, permitiendo la interconectividad con el mundo, con las fuentes de información y propiciando el aprendizaje colaborativo.

La perspectiva de la educación virtual incluye ciertas categorías que se apropian de una manera muy específica, según los criterios del aprendizaje que se trabajen (Benko, Reichel, & Munk, 2016; Gati, Kartyas, & Nemethy, 2014; Ala-Mutka, Punie & Redecker, 2008). A nivel tecnológico, los ambientes virtuales están basados por un entorno cliente-

servidor, donde el cliente es un usuario que interactúa con los elementos, y el servidor es el lugar que hace posible la conexión con el entorno (Zamora-Musa, Vélez, & Villa, 2016). El autor Chung (2011) también manifiesta que la aplicación de los ambientes virtuales tiene gran potencial en la educación, más específicamente cuando se habla de contextos donde el aprendizaje es inmersivo o exploratorio. Así también, manifiesta que el currículo debe estar adaptado a los procesos de aprendizaje, por lo cual, el uso de la tecnología debe estar integrado en el currículo ya que esto no sólo provee simulaciones de un ambiente real, sino que también lo incorpora con los ambientes de aprendizaje virtuales para una interacción más efectiva, promoviendo el interés en los estudiantes y la eficacia del conocimiento.

2.4. Evaluación de competencias a través de entornos virtuales inmersivos

La revisión de la literatura ha permitido identificar que actualmente se han desarrollado trabajos enfocados al E-Learning, al aprendizaje colaborativo mediante ambientes virtuales inmersivos y de realidad aumentada, observando que dichos trabajos están dirigidos a evaluar la enseñanza y el aprendizaje en asignaturas y áreas específicas, tal como se observa en las obras de (Benko et al., 2016; Wermann, Kliesing Colombo, & Moraes, 2016; IEEE, 2015; Ching-Song, 2009; Lemus, Lenin; Benlloch, 2011; Herrera-Jaramillo, 2013), entre otros; sin embargo, con la aprehensión del conocimiento se desarrollan habilidades que definen el perfil profesional.

El ingeniero Electrónico, en particular, tiene definido una serie de competencias específicas que conforman dicho perfil, las cuales han sido determinadas por entes como la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI y sociedades como el Instituto

de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos, IEEE por sus siglas en inglés, validadas a través de la evaluación del currículo en cuanto a entidades acreditadoras e impacto en el sector externo. Teniendo en cuenta los avances de la tecnología y las nuevas técnicas de enseñanza, se deben adelantar estudios encaminados no solo al conocimiento, sino que también determinen si favorecen el desarrollo de competencias.

2.5. Plataformas tecnológicas utilizadas en los ambientes virtuales inmersivos

Existe en el mercado y a disposición de los usuarios varias plataformas tecnológicas para el diseño de Ambientes Virtuales Inmersivos, dentro de ellas SecondLife, Open Wonderland (OW), 3rd Rock Grid, Virtyou, Opensim, entre otros (Sitaram et al., 2014; Zamora-Musa, 2014; Montoya-Estrada, 2012). *Open Wonderland* (Open Wonderland Foundation, 2017) es una plataforma desarrollada por Sun Microsystems, diseñada 100% en Java, de código abierto por medio de la cual es posible desarrollar entornos virtuales en 3D, con ella se pueden crear entornos virtuales Inmersivos y colaborativos con varias aplicaciones tanto en la educación como en los negocios.

Otra plataforma para el desarrollo de este tipo de entornos es 3rd Rock Grid, esta es “una comunidad virtual en línea basada en una infraestructura de integración basada en Opensim, en la que se interactúa con un entorno virtual 3D, donde se puede diseñar y construir desde casas y empresas hasta parques y museos”, (Zamora-Musa, 2014). Opensim es una de las herramientas más utilizadas por su llamativa interfaz. Es una de las más populares cuando de Virtualidad 3D Online se trata; permite una buena comunicación, la colaboración virtual y la creación de contenido tridimensional. Se considera que tiene gran

potencial para la enseñanza y el aprendizaje y hoy en día es utilizada por un sinnúmero de universidades a nivel global. Zhu Qing, Wang Tao, Jia, (2007). La plataforma Opensim también se utiliza en la creación y diseño de ambientes virtuales e Inmersivos, tiene licencia de código abierto, cuya función es muy similar a la plataforma SecondLife. Esta herramienta facilita la experiencia de la navegación, del modelado, y la comunicación entre usuarios; puede usarse también en la enseñanza, en el trabajo colaborativo y el aprendizaje a distancia, como por ejemplo, el E-Learning (Zhao Huiqin, Sun Bo, Wu Hao, Hu, 2010).

3. Metodología

El presente estudio, asociado a un entorno virtual inmersivo y su incidencia en la evaluación de competencias de los estudiantes de ingeniería electrónica, es una investigación que combina el enfoque cuantitativo y cualitativo, es decir es de tipo mixta, debido a que tiene procesos cuantitativos como la secuencialidad y el análisis de una realidad objetiva, y posee características cualitativas como que los significados se extraen de los datos estudiados

De la misma manera, es una investigación aplicada donde se hace uso de la tecnología y además, tiene un alcance correlacional debido a que asocian conceptos o variables, en este caso el uso de los entornos virtuales inmersivos y su incidencia en la evaluación de competencias de los estudiantes de ingeniería electrónica. Igualmente se menciona que se utiliza un experimento puro, con diseño de pos prueba y grupo control, que más adelante es ampliado.

La metodología determinada para el presente estudio está constituida por cuatro fases, cada una de ellas tiene asociada un objetivo específico y éste a su vez, un grupo de actividades y resultados. Cada una de estas fases corresponde a un capítulo en la monografía y, las actividades, a los subcapítulos desarrollados.

La primera fase consiste en el análisis bibliográfico de la literatura cuyo objetivo es determinar los antecedentes de la investigación en cuanto a tendencias recientes de los ambientes virtuales inmersivos de manera globalizada, en la educación. Tiene definidas actividades puntuales que dan como resultado, un documento de revisión literaria.

La segunda fase se enfocó en el análisis y selección de las competencias que se utilizarían en el presente estudio. Las actividades que se definieron apuntan a la selección de la herramienta tecnológica para el desarrollo del entorno virtual inmersivo, siendo éste último el resultado.

La tercera fase corresponde a la construcción del entorno virtual inmersivo y a partir de las actividades especificadas, se da cumplimiento al objetivo y con ello, al resultado de esta fase, que es el desarrollo del entorno.

Por último, se encuentra la cuarta fase, en la cual se implementa el entorno virtual inmersivo desarrollado y se realiza el experimento y los análisis previstos para esta etapa.

En la Tabla 1, se consolida la metodología planteada para el desarrollo del presente proyecto

Tabla 1.

Fase	Objetivo	Actividad	Resultado
Análisis Bibliográfico de la Literatura	Determinar el estado actual de los ambientes virtuales e Inmersivos en el contexto global.	Establecer las palabras claves de la revisión de la literatura.	Un documento de estudio sobre nuevas tendencias en ambientes virtuales Inmersivos.
		Determinar las fuentes de consulta.	
		Crear las cadenas de búsqueda.	
		Consultar sobre casos de éxitos, métodos, modelos y metodologías utilizadas en la evaluación de competencias mediante este tipo de Ambientes 3D.	
		Realizar una selección y matriz de artículos científicos sobre la temática.	
		Clasificar y documentar la información más relevante sobre la temática.	
Análisis de competencias y selección de tecnologías	Seleccionar la herramienta tecnológica para el diseño del aula virtual e inmersiva.	Revisar cuáles son las competencias que debe tener un Ingeniero Electrónico, según entes acreditadores Nacionales e Internacionales.	Selección de la herramienta tecnológica
		Seleccionar una asignatura y tema para la programación del entorno virtual y aplicación de la prueba.	
		Seleccionar un grupo de competencias para el estudio.	
		Definir los indicadores que permitirán evaluar el impacto del uso de las TIC en el desarrollo de competencias.	
		Elaborar guías descriptivas y herramientas de evaluación.	
		Revisión de herramientas tecnológicas para la creación de entornos Virtuales e inmersivo.	
		Seleccionar la plataforma para el diseño del entorno virtual inmersivo.	
Construcción del entorno virtual inmersivo	Construir un Ambiente Virtual e Inmersivo enfocado a la evaluación de competencias.	Elaboración de preguntas para programar en el entorno virtual inmersivo	Diseño del ambiente virtual e inmersivo.
		Diseñar y programar el entorno virtual inmersivo.	
Implementación.	Identificar el impacto que ejercen los ambientes virtuales Inmersivos en el desarrollo de competencias.	Selección de la muestra del procedimiento experimental.	Una monografía y un artículo de resultados.
		Elaboración del cronograma para aplicación de pruebas.	
		Aplicación del post test con grupo control.	
		Análisis de resultados.	
		Documentación de la monografía.	

Metodología del proyecto

Comas G., Zhoe

4. Análisis bibliográfico de la literatura

El objetivo de la fase análisis bibliográfico de la literatura es determinar el estado actual del uso y de las aplicaciones de los entornos virtuales Inmersivos en la educación, más específicamente, en el impacto que éstos ejercen en el desarrollo de competencias del ingeniero electrónico. A continuación, se detalla la metodología y resultados empleados en esta fase:

4.1. Establecimiento de las palabras claves de la revisión de la literatura

El primer paso fue determinar las palabras claves, para lo cual, se tuvo en cuenta el título del proyecto, “Desarrollo de un ambiente virtual e inmersivo que permita identificar el impacto de las TIC en el desarrollo de competencias del Ingeniero Electrónico”, para lo cual, se seleccionaron las siguientes palabras claves:

En español:

- Entornos virtuales Inmersivos
- Entornos colaborativos
- E-Learning
- Plataforma virtual de aprendizaje
- Realidad virtual
- Educación a distancia
- Plataformas virtuales inmersiva
- Evaluación de competencias

- TIC

En inglés:

- *Immersive and virtual environment*
- *Collaborative environment*
- *E Learning*
- *Virtual Learning platform*
- *Virtual reality*
- *Distance education*
- *Immersive and virtual platform*
- *Competence skills*
- *ICT*

4.2. Determinación de las fuentes de consulta.

Una vez identificadas las palabras claves, se procedió a determinar las fuentes de consultas, seleccionando para dicho fin las bases de datos especializadas IEEE Xplore y Science Direct; también se seleccionó el meta buscador Google Scholar, ya que éste re direcciona las búsquedas a revistas especializadas más importantes sobre la temática de estudio. Para realizar esta revisión, se estableció una ventana de tiempo comprendida entre los años 1995 a 2016 ya que en este lapso se puede apreciar con mayor detalle la evolución de las TIC en el sector educativo.

4.3. Creación de cadenas de búsqueda

Para la revisión, se consideró necesario establecer una estrategia de consulta que permitiera encontrar la información requerida y que filtrara la más relevante en las bases de datos seleccionadas. Para que la búsqueda fuera más exacta, se tuvo en cuenta como criterios de inclusión artículos en español y en inglés, publicaciones en conferencias, libros, tesis de maestría y doctorales y normativas gubernamentales, en la ventana de tiempo previamente definida; así también, se consideraron como criterios de exclusión, aquellos artículos, publicaciones n conferencias, libros y tesis diferentes a la temática de trabajo, normativas de otros países y documentación similar escrita otros idiomas distintos a los definidos. Como resultado de este proceso se obtuvieron las cadenas de búsqueda contempladas en la Tabla 2.

4.4. Consulta de casos de éxitos

Una vez definidos los criterios para la revisión, se procedió con la búsqueda de la información, basándose para ello las cadenas previamente establecidas. De manera específica, se consultaron casos de éxito, métodos, modelos y metodologías utilizadas en la evaluación de conocimiento y competencias a través de entornos virtuales Inmersivos. Los resultados de esta actividad se encuentran en el capítulo del estado del arte.

Tabla 2.

EXPRESIÓN LÓGICA	CADENA DE BÚSQUEDA
OR	“Immersive and virtual environment” OR “collaborative environment” OR “E learning”.
	“E learning” OR “virtual learning platform” OR “Immersive and virtual platform”.
	“Collaborative environment” OR “distance education” OR “ICT”.
	“E learning” OR “competences skills” OR “ICT”.
	“Collaborative environment” OR “virtual reality” OR “distance education” OR “competence Skills”.
AND	“Immersive and virtual environment” AND “collaborative environment” AND “E learning”.
	“E learning” AND “virtual learning platform” AND “Immersive and virtual platform”.

EXPRESIÓN LÓGICA	CADENA DE BÚSQUEDA
	“Collaborative environment” AND “distance education” AND “ICT”.
	“E learning” AND “competences skills” AND “ICT”.
	“Collaborative environment” AND “virtual reality” AND “distance education” AND “Competence Skills”.
COMBINANDO OR - AND	“Immersive and virtual environment” OR “collaborative environment” OR “E learning” AND “Collaborative environment” OR “distance education” OR “ICT”.
	“E learning” OR “virtual learning platform” OR “Immersive and virtual platform” AND “Collaborative environment” OR “virtual reality” OR “distance education” OR “Competence Skills”

Cadenas de búsqueda

4.5. Selección de artículos y elaboración de la matriz de papers

En esta actividad se seleccionaron y descargaron aquellos artículos que cumplieran con las condiciones contempladas en los criterios de inclusión y exclusión, los cuales fueron consolidados en un archivo de Excel a manera de una matriz de *papers*, sintetizando en ella los datos más relevantes como el nombre del artículo y de la revista, los autores, la fecha de publicación, el DOI¹ y el resumen. En la Tabla 3 se comparte un fragmento de esta matriz.

Tabla 3.

PAPER	AUTORES	ABSTRACT	JOURNAL
A 3D virtual world teaching and learning platform for computer science courses in second life.	Ching-Song Wei; Yan Chen; Jiann-Gwo Doong	Desarrollo de un ambiente virtual inmersivo a través de la herramienta <i>second life</i> para estimular a los estudiantes de Ciencias de la Computación la aprehensión del conocimiento, mediante el uso de herramientas	International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering, 2009. CiSE 2009. Pages: 1 - 4, DOI: 10.1109/CISE.2009.5365895.

¹ DOI: Digital Object Identifier, identificador de revistas electrónicas.

		tecnológicas atractivas para ellos, que les capture la atención.	
--	--	--	--

Consolidado matriz de papers

4.6. Clasificación y documentación de la información

La clasificación se realizó a partir de la información consolidada en la matriz de *papers*, organizándola según los resultados obtenidos en las cadenas de búsqueda. A cada artículo se le asignó un código para identificar la temática a la que se relaciona y a partir de ahí, analizarla y documentarla en la sección de estado del arte del presente documento.

Esta fase obtuvo como resultado la publicación del artículo de alto impacto “Tendencias recientes de la Educación Virtual y su fuerte conexión con los Entornos Inmersivos” en la revista Espacios, con ISSN 0798-1015, la cual se encuentra en el tercer cuartil (Q3) de SJR de Scopus (producto Tipo A Colciencias) Anexo 1. Artículo Publicado.

5. Análisis de competencias y selección de tecnología

Luego de realizar el filtrado en las bases de datos, se procedió con la revisión y selección de competencias que debe tener el Ingeniero Electrónico según los entes acreditadores nacionales e internacionales. Posteriormente, se seleccionó la asignatura y el tema que se programarán en el entorno virtual; se definieron indicadores de medición, herramientas evaluativas, tecnológicas y la plataforma para el diseño. A continuación, se detalla la metodología empleada para la consecución de esta fase.

5.1. Revisión de competencias

La Real Academia Española, RAE, define el término competencia como “la aptitud o idoneidad que tiene un individuo para hacer algo o intervenir en un asunto determinado”. El Ministerio de Educación Nacional Colombiano, MEN, la define como "el conjunto de conocimientos, habilidades, actitudes, comprensiones y disposiciones cognitivas, socio afectivas y psicomotoras apropiadamente relacionadas entre sí, para facilitar el desempeño flexible, eficaz y con sentido de una actividad en contextos relativamente nuevos y retadores" (Nieto et al., 2003). Lo anterior, puede resumirse como en el conjunto de destrezas que un individuo desarrolla para enfrentarse y resolver las situaciones que se le presenta día a día. Los organismos gubernamentales encargados de regular los procesos académicos y de establecer los lineamientos sobre los cuales se basa la educación, son conocidos como Ministerios de Educación y se encuentran presentes en todos los países. En Colombia, a partir del 2008 el MEN se puso en la tarea de formular una serie de competencias transversales y específicas, con el objetivo de monitorizar la calidad de la

educación superior y entregar a la sociedad profesionales integrales y competentes (Ministerio de Educación Nacional, 2011). A continuación, se relacionarán las competencias genéricas o transversales estipuladas por el MEN:

- Competencias abstractas del pensamiento: razonamiento crítico, entendimiento interpersonal, pensamiento creativo, razonamiento analítico y solución de problemas.
- Conocimientos y competencias prácticas necesarias para el despliegue de las competencias abstractas: conocimiento del entorno, comunicación, trabajo en equipo, alfabetización cuantitativa, manejo de información, comunicación en inglés y TIC.
- Dinamizadores para el desarrollo de las competencias genéricas: Saber aprender y re contextualizar.

Dadas las exigencias del mercado laboral, los avances de la tecnología y las crecientes necesidades de la sociedad, las competencias han sido consolidadas en tres grupos, los cuales son (Ministerio de Educación Nacional, 2011):

- Saber ser: se caracteriza por la construcción de la identidad personal, la conciencia y el control del proceso emocional en la realización de la profesión. Está relacionado con el interés personal de superación, con la motivación de alcanzar logros y objetivos.

- Saber conocer: se caracteriza porque el individuo analiza y evalúa problemas o situaciones de manera coherente y significativa, con base a hechos reales, para luego proponer estrategias de solución.
- Saber hacer: corresponde a la ejecución de actividades o estrategias planteadas. Dicho en otras palabras, al saber reaccionar y comportarse en los diferentes contextos, analizando las situaciones presentadas.

Las competencias genéricas son transversales a éstos tres tipos de saberes y como están articulados, se requiere que a nivel profesional el estudiante de Ingeniería Electrónica cumpla con el desarrollo de ellas, las cuales se propician en el aula por medio de las actividades que el docente defina para alcanzarlas, además, deben estar relacionadas con el objetivo mismo de cada asignatura y de la temática impartida.

Las competencias también se encuentran definidas por una serie de elementos, los cuales son los patrones claves sobre los cuales se desarrollarán las actividades que permitirán valorar el desarrollo de las competencias necesarias y requeridas por el futuro profesional. En la Tabla 4 se describen los elementos de competencia y su descripción (Besterfield-Sacre, Shuman & Wolfe, 2002) y (Arenas Landines, 2008).

Tabla 4.

Elemento	Descripción
Inteligencia	Estructuras mentales mediante las cuales los seres humanos procesan la información con el fin de potencializar procesos cognitivos de percepción, atención, memoria e inferencia para la resolución de problemas en la cotidianidad.
Conocimiento	Conjunto organizado de datos, información y estructuras teórico-conceptuales científicamente comprobadas y aceptadas por la sociedad.
Funciones	Actividades específicas pre-establecidas en un campo de desempeño, necesarias para el que-hacer articulado de una organización.
Aptitudes	Disposiciones innatas del individuo que actúan como fundamento para el desarrollo de habilidades.
Habilidades	Facilidad para realizar tareas y actividades de forma eficaz y eficiente, utilizando conocimiento procedimental e instrumental.
Actitudes	Posición que asume una persona frente a las distintas situaciones que vive y que determinan la manera en que actúa y se comporta, dependiendo de factores individuales como: la motivación, los conocimientos, las experiencias previas, las emociones, el ánimo, los ambientes, los patrones de crianza, etc.

Destrezas	Propiedad para desarrollar acciones, actividades y tareas con precisión y experticia, producto de la práctica y el entrenamiento.
Capacidades	Son condiciones cognitivas, afectivas y psicomotrices innatas o aprendidas fundamentales para el éxito de los procesos de aprendizaje.

Elementos de competencia. Fuente: (Arenas Landines, 2008)

A nivel general, los profesionales deben desarrollar las mismas competencias transversales, sin embargo, teniendo en cuenta el área de conocimiento, también se deben alcanzar unas específicas para cada disciplina. En el caso de la Ingeniería, el profesional debe responder a las necesidades de un mundo globalizado, cuya formación debe repercutir directamente en la sociedad y en los constantes cambios que se presentan (Arenas Landines, 2008). Cada institución de educación superior es libre de definir los perfiles del egresado, sin embargo, deben fundamentarse en los aspectos anteriormente mencionados promoviendo que el futuro profesional pueda adaptarse a los distintos escenarios que se le puedan presentar. Los siguientes son los factores de cambios que más influyen en la sociedad y las competencias deben adaptarse y saber responder a éstos contextos variantes:

- El factor económico, el cual comprende la productividad, la transformación productiva, la globalización y la competitividad.
- El factor político, el cual comprende la declaración de Bolonia, la conferencia mundial sobre educación superior 2009, de la UNESCO, la calidad en la educación superior, los tratados de libre comercio (TLC) y la internacionalización.

- El factor tecnológico, comprendiendo las tecnologías de información y comunicación, la convergencia entre la tecnología, la innovación tecnológica y la sociedad del conocimiento.
- El factor demográfico, relacionado con el aumento de la población, migraciones del campo a la ciudad, entre otros.

A nivel internacional existen instituciones que acreditan los programas de educación superior, las cuales han establecido criterios, y dentro de ellos, competencias profesionales como las más idóneas para ser desarrolladas por profesionales y que responden a las necesidades actuales del medio. Una de las más conocidas es ABET, acrónimo de Accreditation Board for Engineering and Technology, que rige en los Estados Unidos. En Colombia, por su parte, rige el CNA, por sus siglas, o Consejo Nacional de Acreditación. En países como Mexico, se encuentran CACEI y RIEV, en Perú esta ICACIT y CONEAU, ASIN en Alemania y ANECA en España (Cardenas, 2011).

En Colombia, son medidas las instituciones de educación superior en relación a las competencias del egresado, mediante la aplicación de pruebas estandarizadas a estudiantes de último año escolar y a futuros egresados de carreras técnicas, tecnológicas y profesionales. Estas evaluaciones contemplan ciertos patrones de medición, que a su vez hacen parte de indicadores para cumplir con los lineamientos de acreditación y re-acreditación del CNA. Con relación a dicha prueba, cada pregunta satisface el desarrollo de

una competencia, y normalmente es realizada por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación, ICFES.

Por otro lado, aunque la delimitación temporal se lleva a cabo en Barranquilla, Colombia, se decidió trabajar con los estándares de calidad estipulados por ABET como complemento a los lineamientos del CNA, teniendo cuenta, además, el inicio del proceso de Acreditación Institucional del programa de Ingeniería Electrónica en la CUC con éste ente. El proceso de acreditación de ABET cuenta con un modelo de calidad basado en resultados, es de métricas flexibles y permiten satisfacer las expectativas de los constituyentes dentro de un esquema de mejora continua (Cardenas, 2011). Además de enfocarse en la mejora continua de un programa académico, también lo está en evidenciar el logro de competencias profesionales (Cardenas, 2011). Dentro de su criterio para la acreditación, ABET ha definido una serie de competencias genéricas con la que deben cumplir los programas de Ingeniería, los cuales se observan en la Tabla 5.

Tabla 5.

Competencias Abet
Habilidad para la aplicación del conocimiento matemático, científico y de ingeniería.
Habilidad para diseñar y realizar experimentos, así también, para analizar e interpretar datos.
Habilidad para diseñar sistemas, componentes o procesos frente a ciertas necesidades.
Habilidad para trabajar en equipos multidisciplinarios.

Competencias Abet
Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.
Comprender la ética y responsabilidad profesional.
Habilidad para comunicarse claramente.
El conocimiento necesario para comprender el impacto de las soluciones de Ingeniería en un contexto global y social.
Reconocer el por qué y la habilidad de articularlo con el aprendizaje de por vida.
Conocimiento de problemas contemporáneos.
Habilidad para utilizar técnicas, habilidades y herramientas de Ingeniería moderna, necesarias para la práctica de la Ingeniería.

Descripción de competencias ABET. Fuente: ABET

5.2. Selección de la asignatura

Una vez revisadas e identificadas las competencias que debe tener el ingeniero electrónico, se procedió a seleccionar las asignaturas sobre las cuales se desarrollará el entorno virtual inmersivo.

A partir de la revisión de la literatura, se identificó que las TIC son consideradas como herramientas tecnológicas de apoyo a la presencialidad (Ching-Song, 2009; Esteve, 2003; Zinayna & Carvallo, 2008). En la Universidad de la Costa - CUC, se contempla como un elemento de transversalidad del currículo, por lo cual, es necesario desde el aula, promover su uso.

Para seleccionar la asignatura, se tuvo en cuenta varios factores, dentro de ellos las áreas de conocimiento del programa, las cuales son: Automatización y Control Industrial, Sistemas Electrónicos y Aplicaciones Biomédicas; y Sistemas de Telecomunicaciones. A partir de ellas, se hizo una revisión de la literatura sobre el uso de los entornos virtuales inmersivos en las asignaturas que la constituyen y se encontró que:

- a) En los equipos médicos, se utilizan las TIC en la vigilancia de pacientes de manera remota. En el trabajo colaborativo, al compartir historiales clínicos en redes médicas especializadas (Tsay, Williamson & Im, 2012); en la realización investigaciones con mejoras eficientes soluciones en la salud (Babic, Wagner & Tutoky, 2012).
- b) Se identificó que existen asignaturas en el área de Bioingeniería que son impartidas a través de entornos virtuales Inmersivos (Tsay et al., 2012), en la enseñanza de la calibración de equipos, salud digital, anatomía del cuerpo humano, y en profesiones específicas como medicina, biomédica robótica, mecatrónica, ingeniería de sistemas, entre otras (Herrera-Jaramillo, 2013; Callaghan, McCusker, Losada, Harkin, & Wilson, 2013; Kovács, Murray, Rozinaj, Yevgeniya & Rybárová, 2015)
- c) Existen asignaturas relacionadas a la enseñanza de la automatización de procesos, circuitos digitales, lógica digital, robótica, programación, entre otras, dictadas a través de la virtualidad (Sharma, Jerripothula, Mackey & Soumare, 2014; Zinayna & Carvallo, 2008; Talbott, 1962; (Shukor, Abu & Ahmad, 2015), entre otros.

En los anteriores incisos se evidencia la aplicación de las TIC y de OVAS² en asignaturas similares a las que se imparten en el programa. Por ejemplo, los temas relacionados a la salud hacen parte del área de Sistemas Electrónicos y Aplicaciones Biomédicas, mientras que los de sistemas digitales, al de Automatización. Partiendo de lo anterior, se identificaron como asignaturas afines Bioingeniería y Circuitos digitales, ambas contempladas en los planes de estudios G y H, vigentes en el programa. Bioingeniería, por un lado, está enfocado al manejo de los equipos médicos, para lo cual, el estudiante debe conocer sobre las señales eléctricas del cuerpo humano y con base a ello realizar mantenimientos, correcciones o proponer mejoras a estos artefactos. A través de ésta asignatura se busca que el Ingeniero Electrónico o Biomédico plantee soluciones tecnológicas que permita prevenir o tratar diferentes tipos de enfermedades, diagnosticadas previamente por el médico.

Por otro lado, Circuitos digitales es una asignatura fundamental en la enseñanza de la ingeniería electrónica, en ella se desarrollan conceptos importantes de ésta disciplina, tal como la lógica digital, la cual es clave para el diseño y análisis de este tipo de circuitos, que además son transversales en la carrera.

Una vez definidas las asignaturas, se procedió a escoger la temática que sería evaluada a través del entorno virtual inmersivo. Para Bioingeniería, se seleccionó la temática del Electrooculograma con los siguientes subtemas:

² Entornos Virtuales de Aprendizaje.

- La anatomía del ojo humano.
- El comportamiento electro físico.
- El electro oculograma.

Para Circuitos digitales, la temática seleccionada fue Compuertas Lógicas, con los siguientes subtemas:

- Lógica combinacional
- Mapas de Karnaugh

Dentro de los factores que influyeron en esta selección, están la facilidad de comprensión de estos temas por parte del estudiante, las competencias específicas que el alumno desarrolla y las investigaciones sobre entornos virtuales Inmersivos en estas áreas.

5.3. Selección de competencias para evaluar

Para seleccionar las competencias de las asignaturas Bioingeniería y Circuitos Digitales, se realizó una revisión de sus planes de asignaturas, haciendo énfasis en las competencias específicas que por cada área debe desarrollar el estudiante.

Los planes de asignaturas del programa de Ingeniería Electrónica están alineados al Modelo Curricular de la Universidad de la Costa, CUC. En ella se evidencia el compromiso que a nivel institucional se tiene frente a la formación de profesionales integrales; también, se observa en la misión del programa cuando se refiere a formar estudiantes con vocación

por la investigación, sentido humanístico del saber, idóneos, reflexivos, críticos, creativos³; y en su alineación con estándares internacionales, como ABET, cuando hace alusión a la integridad y la consciencia de los deberes profesionales y la competitividad del mercado globalizado.

Las competencias genéricas establecidas en los planes de asignatura de Bioingeniería y Circuitos Digitales son las siguientes:

- Plantear la resolución de problemas de ingeniería mediante el uso de las matemáticas.
- Comprobar mediante la abstracción y el análisis fenómenos físicos
- Construir algoritmos y programas de computación para resolver problemas básicos de ingeniería.
- Aplicar métodos numéricos para solucionar problemas matemáticos.
- Formular proyectos de investigación en el área de la ingeniería.
- Hablar y escribir de acuerdo con las normas gramaticales y formales y escuchar y leer de manera comprensiva, reflexiva y crítica.
- Administrar parcial o totalmente organizaciones empresariales.
- Evaluar proyectos de ingeniería en los niveles de pre factibilidad y factibilidad mediante la aplicación de los conocimientos del área de estudio y profesión.

³ Misión Ingeniería Electrónica, CUC.

- Aplicar los principios de la ética en el comportamiento ciudadano y en el ejercicio profesional de la ingeniería.
- Aplicar habilidades en el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.
- Desarrollar trabajo en equipo aplicando los conocimientos de manera práctica y con alta calidad.
- Utilizar la estadística y la probabilidad para analizar e interpretar los resultados de procesos experimentales y observacionales relacionados con la ingeniería.
- Proponer soluciones que contribuyan al desarrollo sostenible a través del ejercicio de su profesión.
- Tomar decisiones que contribuyan al correcto desempeño de su ejercicio laboral.

Por otro lado, el uso de las TIC también contempla el desarrollo de competencias que integran el manejo tecnológico, la capacidad de análisis, la aplicación del conocimiento y el uso de recursos tecnológicos para dar respuesta a un sinnúmero de situaciones. Algunas de estas competencias son las siguientes:

- Habilidades para la aplicación del conocimiento.
- Destrezas para la solución de problemas.
- Competencia técnica.
- Destrezas de comunicación

- Proyectar, diseñar, fabricar, operar, mantener y renovar sistemas, procesos, ambientes y artefactos, aplicando la ciencia y la tecnología en la solución de problemas complejos para satisfacer las necesidades y demandas sociales.

Teniendo en cuenta este análisis, se seleccionaron las siguientes competencias para ser medidas y evaluadas mediante el entorno virtual inmersivo:

- Habilidad para comprender el manejo de la herramienta virtual.
- Habilidad para identificar y comprender situaciones.
- Habilidad para identificar, formular y resolver problemas de Ingeniería.
- Habilidad para utilizar técnicas, habilidades y herramientas de Ingeniería moderna, necesarias para la práctica de la Ingeniería.
- Habilidad para la concentración y resolución de problemas en un tiempo específico.

5.4. Definición de los indicadores de medición

En esta actividad se definieron los indicadores que se utilizarán en la medición del impacto de las TIC en la evaluación de competencias del ingeniero electrónico. Para ello, se tuvo en cuenta que la evaluación debe reflejar el desempeño del estudiante y que debe enfocarse en las habilidades y destrezas de orden superior, es decir, al análisis crítico según el contexto (Cano García, 2008). Debe constituir una oportunidad de aprendizaje y promover el desarrollo de competencias en todos los estudiantes (Abdul-Kader, 2008; Piñeiro, 2013; Kaftan, Buck & Haack, 2006) debe existir una retroalimentación al alumno por parte del estudiante. En todo momento, la evaluación debe ser coherente con los elementos de formación del plan curricular, además, debe contar con las estrategias

evaluativas de competencias (Piñeiro, 2013; Tong & Yang, 2009), promoviendo la responsabilidad, el aprendizaje autónomo y la auto-regulación. Para evaluarlas, es necesario elaborar instrumentos que registren dichos avances, los cuales pueden realizarse por medio de *check-list*, escalas o rúbricas registros descriptivos, anecdóticos, listas de cotejo, escala de estimación o guías de observación Cano García, (2008).

La elección de las competencias es una manera de trasladar la vida real al aula. Deben ir alineadas a los perfiles que exige la sociedad contemporánea, en la cual se resalta el manejo de las TIC en los procesos de enseñanza y aprendizaje Philippe, Johanne, Domenico & Mane, (2008). Con relación a lo anterior, la Unesco ha considerado a los siguientes, como indicadores fundamentales asociados a cualquier proceso de E-Learning (Anderson, 2010):

- Proporción de instituciones con emisoras para propósitos educativos.
- Proporción de instituciones con televisores para propósitos educativos.
- Relación estudiante – computador.
- Proporción de instituciones con acceso a Internet según el tipo de conexión.
- Proporción de estudiantes con acceso a internet.
- Proporción de profesores cualificados en el uso de las TIC.

En la revisión de la literatura también se encontraron los siguientes indicadores de medición (Ministerio de Educación Nacional, 2011; Cardenas, 2011):

- Porcentaje de TIC en las asignaturas electivas.
- Porcentaje de TIC en las asignaturas obligatorias.

- Inconvenientes que ha sufrido el docente o estudiante al utilizar las TIC en la universidad.
- Identificar herramientas TIC que más utiliza.
- Existencia de capacitación en TIC.
- Habilidades para manipular las TIC en el proceso de E/A (docentes y estudiantes).
- Frecuencia de utilización de las TIC (docentes y estudiantes).
- Porcentaje de TIC en el currículo

Existen diferentes formas para analizar de qué manera inciden las TIC en el estudiante (Cardona & Sánchez, 2010), las cuales deben permitir realizar un análisis entre los factores involucradas en ella, tal como: el institucional, pedagógico, tecnológico, contexto y otros servicios. Dentro de las competencias transversales que debe desarrollar el Ingeniero Electrónico se encuentran la identificación de problemas, su análisis y propuesta de soluciones, aplicando para ello, el conocimiento técnico y científico que posea.

Teniendo en cuenta éstos aportes, los indicadores de medición seleccionados para el presente estudio son los siguientes:

- % del uso de las TIC en la asignatura.
- % de entendimiento de la herramienta.
- % del nivel de comprensión de la prueba en el entorno virtual.
- % nivel del análisis y solución a problemas a través del entorno virtual.
- % del nivel de conocimiento sobre la temática: anatomía del ojo humano.

- % del nivel de conocimiento sobre la temática: comportamiento electro físico del ojo humano.
- % del nivel de conocimiento sobre la temática: funcionamiento del EOG y enfermedades oculares.
- % del nivel de conocimiento sobre la temática: lógica combinacional.
- % del nivel de conocimiento sobre la temática: Mapas de Karnaugh.
- Promedio de tiempo empleado para realizar la prueba en el entorno virtual.

Estos indicadores están alineados a las competencias ABET, a las del programa de Ingeniería Electrónica de la CUC y a las desarrolladas en la asignatura de Bioingeniería, empalmada con las TIC, validando:

- La interacción del hombre con las TIC.
- La capacidad de analizar problemas.
- La capacidad de resolver problemas.
- La capacidad para aplicar el conocimiento.
- Su capacidad de comunicación.

5.5. Elaboración de instrumentos de evaluación

En esta actividad se elaboraron instrumentos de evaluación para hacer seguimiento al desarrollo de competencias del estudiante. Teniendo en cuenta los aportes de (Cardona, Vélez & Tobón, 2013; Valverde, 2014), se identificó que herramientas como rúbricas y guías de observación permiten evidenciar el desempeño del estudiante frente a una

competencia. A continuación, se describen brevemente los instrumentos seleccionados para el presente estudio.

- a) Rúbricas: sirven para analizar y evaluar los logros de los estudiantes en virtud de sus competencias, capacidades, habilidades, entre otros. Clarifican y detallan los resultados explicitando jerárquicamente los logros en orden de relevancia Valverde, (2014) y Banerjee, Rao & Ramanathan, (2015).
- b) Guías de observación: registros descriptivos que consisten en describir y registrar el comportamiento de un estudiante al momento de desenvolverse en una actividad. Valverde, (2014).

Las rúbricas se utilizan en todas las áreas de conocimiento y para todo tipo de actividades de evaluación. Algunos profesores las utilizan para profundizar en una «evaluación para el aprendizaje», de donde se rescatan los *feedbacks* hacia los estudiantes durante su proceso evaluativo y los aspectos a profundizar en cuanto al conocimiento; otros, por ejemplo, las usan como instrumento para evaluar el trabajo del estudiante. En la revisión de la literatura se encontró que el uso de las rúbricas en la Educación Superior son instrumentos válidos para fomentar el aprendizaje, igualmente, le permite al estudiante interiorizar los criterios de evaluación y usarlas para su auto-evaluación (Valverde, 2014).

La elaboración de las rúbricas se hizo a partir de la propuesta de Valverde, (2014) y Banerjee, Rao & Ramanathan, (2015), con métodos previamente validados; seleccionando para el presente estudio los siguientes niveles de dominio de competencias:

- Estratégico: actúa ante los problemas logrando impacto. En ocasiones es creativa. Se consideran las consecuencias de diferentes opciones de resolución de problemas en el contexto.
- Autónomo: la persona actúa con autonomía y criterio propio ante los problemas.
- Resolutivo: actúa ante los problemas comprendiendo los procedimientos elementales. Se resuelven problemas sencillos del contexto.
 - Receptivo: actúa ante los problemas con algunas nociones. El desempeño es muy operativo y mecánico.

Estos niveles S. Cardona, Vélez, & Tobón, (2013) son utilizados para identificar el desempeño del estudiante frente a una competencia, incluyendo aquellas relacionadas con las TIC. Por otro lado, también se tuvo en cuenta para la construcción de este instrumento, las competencias e indicadores seleccionados en las actividades previamente descritas en este capítulo.

En las Tabla 6 y 7 se ilustran las rúbricas elaboradas para las asignaturas de Bioingeniería y Circuitos digitales. La herramienta utilizada para la elaboración de éste instrumento fue Rubistar, a la cual se puede acceder por medio del siguiente enlace web: <http://rubistar.4teachers.org/>. Para su selección, se tuvo en cuenta que ella permite evaluar el de trabajo colaborativo, característica importante en los entornos virtuales, seguimiento de competencias genéricas. Así también, otro factor influyente fue su fácil uso, amigable con el usuario y que permite crear, editar y recrear rúbricas sin ningún tipo de restricción.

Para evaluar la usabilidad del entorno virtual inmersivo y complementar el análisis de resultados, se construyó una guía de observación y una encuesta en Google Forms, en la cual se registra la apreciación de los estudiantes frente al experimento, a través de la técnica SUMI ((*Software Usability Measurement Inventory*), estandarizada con ISO 9241-11. La guía de observación puede observarse en el anexo 2 y la encuesta puede consultarse en el siguiente enlace Web:

<https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSfzZL4zIzA6InDcX5S2Yev3szCEYEeVwgvFB6CM-Cz0hYkZQg/viewform>

Tabla 6.

CATEGORÍA	ESTRATÉGICO	AUTÓNOMO	RESOLUTIVO	RECEPTIVO	INDICADOR
Comprensión de la información y solución de la prueba.	El estudiante actúa estratégicamente frente una situación, logrando impacto en el contexto de desempeño.	El estudiante actúa con autonomía propia frente al problema.	El estudiante actúa frente al problema comprendiendo o procedimientos elementales.	El estudiante actúa frente al problema con algunas nociones y un desempeño muy operativo y mecánico.	% nivel de la comprensión de la prueba en el entorno virtual (permitirá analizar la habilidad del estudiante de comprender una situación).
Conocimiento científico (anatomía del ojo humano).	El estudiante conoce en alto grado la anatomía del ojo humano, comprende claramente la temática y demuestra un	El estudiante tiene buen conocimiento sobre la anatomía del ojo humano, demuestra apropiación	El estudiante tiene conocimientos básicos sobre la temática y requiere de apoyo grupal o didáctico para su comprensión.	El estudiante no conoce la anatomía del ojo humano.	% del nivel de conocimiento sobre la temática: anatomía del ojo humano.

CATEGORÍA	ESTRATÉGICO	AUTÓNOMO	RESOLUTIVO	RECEPTIVO	INDICADOR
	excelente desempeño.	del tema y un desempeño sobresaliente.			
Conocimiento científico (comportamiento electrofísico).	El estudiante conoce en alto grado el comportamiento electrofísico del ojo humano, comprende claramente la temática y demuestra un excelente desempeño.	El estudiante tiene buen conocimiento o sobre el comportamiento electrofísico del ojo humano, demuestra apropiación del tema y un desempeño sobresaliente.	El estudiante conoce en mediano grado el comportamiento electrofísico del ojo humano, pero debe profundizar en los conceptos.	El estudiante no conoce el comportamiento electrofísico del ojo humano.	% del nivel de conocimiento sobre la temática: comportamiento electrofísico del ojo humano.
Conocimiento científico (Manejo del EOG).	El estudiante conoce en alto grado el funcionamiento del electrooculograma, comprende claramente la temática y demuestra un excelente desempeño.	El estudiante tiene buen conocimiento o sobre el funcionamiento del electrooculograma, demuestra apropiación del tema y un desempeño sobresaliente.	El estudiante conoce en mediano grado el funcionamiento del electrooculograma, pero debe profundizar en los conceptos.	El estudiante no conoce el funcionamiento del electrooculograma.	% del nivel de conocimiento sobre la temática: funcionamiento del EOG.
Manejo del tiempo.	El estudiante interactúa con el entorno virtual y responde las	El estudiante hace uso del tiempo	El estudiante se excede del tiempo asignado para	El estudiante se excede del tiempo	Promedio de tiempo empleado para realizar

CATEGORÍA	ESTRATÉGICO	AUTÓNOMO	RESOLUTIVO	RECEPTIVO	INDICADOR
	preguntas planteadas en un tiempo inferior al asignado.	asignado para interactuar con el entorno virtual y responder todas las preguntas planteadas.	interactuar con el entorno virtual y responde todas las preguntas planteadas.	asignado para interactuar con el entorno virtual y no responde todas las preguntas planteadas.	la prueba en el entorno virtual.

Rúbrica Bioingeniería

Tabla 7.

CATEGORÍA	ESTRATÉGICO	AUTÓNOMO	RESOLUTIVO	RECEPTIVO	INDICADOR
Comprensión de la información y solución de la prueba.	El estudiante actúa ante los problemas logrando impacto en el contexto de desempeño.	El estudiante actúa con autonomía propia frente al problema.	El estudiante actúa frente al problema comprendiendo procedimientos elementales.	El estudiante actúa frente al problema con algunas nociones y un desempeño muy operativo y mecánico.	% nivel de comprensión de la prueba en el entorno virtual (permitirá analizar la habilidad del estudiante de comprender una situación).
Conocimiento científico (funciones de las compuertas lógicas).	El estudiante conoce en alto grado el funcionamiento de las compuertas lógicas, identifica claramente problemas en la temática, plantea soluciones de	El estudiante conoce el funcionamiento de las compuertas lógicas, tiene apropiación de la temática, identifica problemas y demuestra un	El estudiante tiene conocimientos básicos sobre el funcionamiento de las compuertas lógicas y requiere de apoyo grupal o didáctico	El estudiante no conoce el funcionamiento de las compuertas lógicas, no identifica problemas ni propone soluciones.	% del nivel de conocimiento sobre la temática: función de las compuertas lógicas.

CATEGORÍA	ESTRATÉGICO	AUTÓNOMO	RESOLUTIVO	RECEPTIVO	INDICADOR
	acuerdo a la lógica digital y demuestra un excelente desempeño.	desempeño sobresaliente.	para su comprensión.		
Conocimiento científico (Elaboración de circuitos lógicos a partir de tablas de verdad).	El estudiante conoce en alto grado el funcionamiento de las compuertas lógicas, es capaz de elaborar circuitos lógicos a partir de tablas de verdad y demuestra un excelente desempeño.	El estudiante conoce el funcionamiento de las compuertas lógicas, elabora circuitos lógicos a partir de tablas de verdad y demuestra un desempeño sobresaliente.	El estudiante tiene conocimientos básicos sobre el funcionamiento de las compuertas lógicas, requiere de apoyo grupal o didáctico para la elaboración de circuitos lógicos y comprensión de tablas de verdad.	El estudiante no conoce el funcionamiento de las compuertas lógicas, no es capaz de elaborar circuitos lógicos ni comprende tablas de verdad.	% del nivel de conocimiento sobre la temática: elaboración de circuitos lógicos.
Conocimiento científico (Simplificación de circuitos lógicos utilizando mapas de Karnaugh).	El estudiante conoce en alto grado el método de simplificación de circuitos lógicos a partir del mapa de Karnaugh, comprende claramente la temática, plantea soluciones y demuestra un excelente desempeño.	El estudiante conoce el método de simplificación de circuitos lógicos a partir del mapa de Karnaugh, comprende la temática, resuelve ejercicios y demuestra un desempeño sobresaliente.	El estudiante tiene conocimientos básicos del método de simplificación de circuitos lógicos a partir del mapa de Karnaugh, requiere de apoyo didáctico y grupal para comprender la temática y	El estudiante no conoce el método de simplificación de circuitos a través del mapa de Karnaugh.	% del nivel de conocimiento sobre la temática: mapas de Karnaugh.

CATEGORÍA	ESTRATÉGICO	AUTÓNOMO	RESOLUTIVO	RECEPTIVO	INDICADOR
			resolver ejercicios.		

Rúbrica Circuitos Digitales

5.6. Revisión de herramientas tecnológicas

Las herramientas más comunes para el desarrollo de los entornos virtuales Inmersivos son OpenSim, SecondLife y 3rd Rock Grid. Siendo los dos primeros los entornos virtuales o mundos virtuales con mayor acogida para el desarrollo de los mismos, una gran ventaja de OpenSim es su estatus de software de código abierto. Lo cual quiere decir que su uso no genera ningún costo, algo que no ocurre con SecondLife. Por lo anterior se ha seleccionado la herramienta Opensim la cual es una plataforma de software libre que utiliza los estándares de SecondLife para la comunicación con los usuarios (Sitaram et al., 2014), (Marcelino, Silva, Gruber, & Bilessimo, 2012), además, permite crear entornos virtuales 3D de forma gratuita. Dentro de Opensim se pueden diseñar entornos virtuales 3D con múltiples aplicaciones, educativas, diversión, ocio, negocios, etc, (Ridgewell, Kumar, Lin & Kinshuk, 2011) y (Wang & Wang, 2011).

Para el diseño del entorno virtual desarrollado en este trabajo, se tuvo en cuenta la documentación brindada por (OpenSimulator, 2017), la cual brindó la información necesaria para la elaboración del Entorno Virtual Inmersivo. Desarrollar un ambiente tridimensional en Opensim es interesante, debido a que es posible desarrollar un entorno donde el estudiante es representado a través de un Avatar y este puede interactuar con elementos virtuales que generan aprendizaje. Por parte de los estudiantes, es una experiencia que manifiestan única e interesante, que les permite profundizar las actividades

y temáticas desarrolladas en clase. En pocas palabras el diseño de entornos virtuales es una experiencia novedosa que genera un gran impacto en el estudiante y lo motiva a interactuar con él, ocasionando un efecto colateral y es el aprendizaje que se logra en medio de un entorno en tercera dimensión.

5.6.1. Selección de la plataforma para el diseño del entorno virtual inmersivo

Partiendo de la revisión literaria sobre las herramientas tecnológicas utilizadas en el diseño de entornos virtuales Inmersivos, se seleccionó el programa *Opensim*, como el servidor sobre el cuál se construirá la plataforma tecnológica para el estudio del presente proyecto; el cuál se integrará con el visualizador *Singularity*, para la visualización del ambiente virtual diseñado.

Como resultado de esta fase, se seleccionó la herramienta tecnológica que permitirá el diseño, programación y aplicación de las pruebas de campo.

6. Desarrollo del entorno virtual inmersivo

En esta fase se construyó el entorno virtual inmersivo. Para ello, se tuvieron en cuenta criterios claves en cuanto al diseño y su posterior programación. Así también, se elaboraron las preguntas para la valoración de competencias del ingeniero electrónico, de acuerdo a las pautas definidas en la fase anterior. A continuación, se detalla la metodología utilizada para este inciso.

6.1. Elaboración de preguntas

En esta actividad se elaboraron las preguntas que serán utilizadas en la prueba de campo o experimento. Teniendo en cuenta que la metodología para la aplicación de la prueba es de tipo cuasi-experimental, se generaron dos cuestionarios con las preguntas del tema Electro-oculograma. Cada evaluación está constituida de nueve preguntas, divididas en tres subtemas, la anatomía del ojo humano, el comportamiento electro físico y el manejo del electro-oculógrafo; en los que se evaluará el conocimiento específico, la comprensión y manejo de la plataforma virtual y el manejo del tiempo. En los anexos 3 y 4 se encuentran las preguntas elaboradas para cada una de las modalidades de evaluación.

6.2. Construcción del entorno virtual inmersivo

Esta actividad se concentró en el diseño y programación del entorno virtual inmersivo. Según la revisión de la literatura, este tipo de herramientas tecnológicas deben ser lo suficientemente organizadas y llamativas para capturar la atención del estudiante y estimular la aprehensión del conocimiento (Ching-Song, 2009) mediante la interacción con

el entorno (Bazzaza, Al Delail, & Zemerly, 2014), promoviendo el aprendizaje autónomo y colaborativo (Theng & Neo, 2013). Teniendo en cuenta estos aportes, se decidió que el diseño de la plataforma debía ir alineado a éstas características, así también, con las asignaturas y temas seleccionados. Una vez determinados los aspectos previamente descritos, se procedió a seleccionar las herramientas tecnológicas para el diseño del Entorno Virtual Inmersivo, para lo cual se optó por *Opensim*, dadas sus positivas particularidades mencionadas por Ramos, Larios, Cervantes & Leriche, 2007; Rojo, 2008):

- Es un simulador de código abierto.
- Utiliza el mismo standard que Second Life para comunicarse con sus usuarios.
- Sirve para simular entornos virtuales de forma independiente.
- Alta interactividad.
- Facilidad para descargar los contenidos de los entornos.

Luego de haber descargado el programa *Opensim*, se procedió con la programación del entorno virtual inmersivo. Fue necesaria la descarga e instalación de un visor⁴ para la visualización de los códigos ingresados en la plataforma virtual, seleccionado para este caso *Singularity*.

La programación del entorno inicia con la búsqueda de archivos OAR, los cuales contienen datos de mundos virtuales preestablecidos. Se descendieron aproximadamente siete diferentes modelos, hasta que se seleccionó el más afín con la estructura deseada, el cual,

⁴ También llamado visualizador.

posteriormente fue modificado y ajustado a las características previamente definidas. Los archivos OAR contienen regiones que integran terrenos, edificios y algunos objetos; además, tienen como particularidad guardar estos datos y cargarlos completamente en otros computadores (Rojo, 2008; Macedonia, 2007). Los OAR, en otras palabras, sirven para el montaje del entorno virtual y pueden descargarse de los siguientes enlaces web:

- <http://myopensim.com>
- <http://openvce.net/downloads>
- Opensim Creations
- <http://opensimcity.org>
- Opensim- edu.org

Por otro lado, también se utilizaron archivos tipo IAR, los cuales contienen objetos como sillas, mesas, ventanas y demás accesorios virtuales, que permiten complementar las regiones del mundo que se está construyendo. Al ser *Opensim* un software libre, tanto él como sus archivos pueden descargarse de manera gratuita. Algunas extensiones IAR pueden descargarse de los siguientes enlaces:

- Eduset
- VirtUAM
- Zadaroo

Los archivos OAR e IAR que sean descargados, deberán guardarse en una carpeta en *Opensim*. Para ejecutar el comando, se debe escribir la siguiente instrucción en la ventana de comandos de la carpeta Bin:

load oar C:/OpenSim/mundovirtual.oar

Para cargar los archivos iar se debe tener claro el nombre de usuario usado para crear la región y la contraseña establecida para ingresar a la misma. Se utiliza el siguiente orden en la ventana de comandos: load iar <usuario> <ruta de inventario> <contraseña> <ruta del fichero>. La instrucción resultante es:

load iar estudiantecuc cuc1234 C:/OpenSim/muebles.iar

Tal como se comentó previamente, los archivos IAR traen consigo objetos que sirven para complementar el diseño de los entornos virtuales, denominados PRIM, los cuáles están representados por un grupo de parámetros que permiten modificar la posición, escala, forma, rotación, tamaño, apariencia, etc., de cada elemento (citar página web https://app.assembla.com/spaces/opensim/wiki/Primitives_o_Prims?version=1).

A medida que se descargaban los archivos del entorno y sus elementos, se ejecutaba el programa *Singularity* para visualizar cómo iba resultando el mismo, con base a lo observado, se iban realizando las respectivas modificaciones.

Para la programación de los scripts, se usaron los comandos desarrollados en el lenguaje LLS (<http://wiki.secondlife.com/wiki/LLSensor>). Los comandos más utilizados son:

Para la comunicación entre objetos:

- Llsay
- Lilisten

Llsay: es un comando que permite que el usuario, por medio del avatar, se comunique dentro del entorno, ya sea con otro avatar o con un objeto. El mensaje puede ser transmitido por el usuario por medio del chat o por un objeto cuando sobre él se realiza alguna acción como tocarlo o pasarle cerca.

Para transmitir estos mensajes se usan canales internos que tiene *Opensim*, el más común es el canal cero (0), el cual hace al texto visible en la pantalla; sin embargo, si se desea enviar un mensaje interno que no sea visible en pantalla, se puede usar cualquier otro número para indicar el canal deseado de transmisión. Para escribir el comando, primeramente, se coloca la instrucción, seguido del número del canal y del mensaje por transmitir;

llSay (¡0, "Hola!");

Lllisten: es el complemento de Llsay y es el comando que escucha los mensajes transmitidos. Es importante que dentro del Lllisten se configure el canal que se quiere escuchar, así, si se transmite un mensaje por el canal 5, dentro de la configuración del Lllisten se debe escuchar ese canal. Para escribir la instrucción, se tiene en cuenta el siguiente orden:

llListen (0, "el usuario" + name + "dijo" + string message);

Donde el primer elemento es el canal que se quiere escuchar, se escribe la identificación del usuario (name=nombre del avatar) y con el mensaje que se desea escuchar (string message), las palabras que están en comillas son textos que se desean mostrar en pantalla, en este caso, a través del canal cero.

Para la interacción entre Avatar y los objetos del entorno:

- Touch_start
- L1SetTexture

Touch_start: es un comando que le indica al *prim* que debe ejecutar un script al momento de ser tocado. Es otra manera de interactuar con los objetos del entorno virtual, en esta ocasión dicho comando solo espera que el avatar toque el elemento y ejecutar las instrucciones que este contenga.

L1SetTexture: Con esta instrucción se puede cambiar la textura del *prim*, es decir, que cambie de color o de apariencia. Cuando este comando se activa, la imagen cargada en el inventario del entorno que se ha seleccionado dentro del comando L1SetTexture se aplica sobre el *prim*.

En el diseño y programación, se tuvieron en cuenta las siguientes especificaciones:

- Bienvenida: al inicio del entorno mostrar un mensaje de bienvenida y explicar cuál es el propósito de la prueba.
- Temática: insertar un tablero con diapositivas del tema para que el usuario estudie los conceptos fundamentales.
- Preguntas: establecer una zona para la prueba, dividida por subtemas, con tableros que contengan las preguntas definidas en la actividad anterior.

En las Figuras 1, 2 y 3, se puede apreciar el diseño del ambiente virtual Inmersivo desarrollado para la asignatura Bioingeniería.



Figura 1. Mensaje de bienvenida y de contextualización



Figura 2. Tablero con las diapositivas de la clase



Figura 3. Tablero con la evaluación del subtema anatomía del ojo humano

7. Pruebas del entorno

Una vez diseñado el entorno virtual e inmersivo, se procedió con la etapa de pruebas, en la que se analizaron los resultados obtenidos. A continuación, se detallará la metodología utilizada para la consecución de esta fase.

7.1. Selección de la muestra y procedimiento experimental

Esta actividad se concentra en seleccionar la muestra y el tipo de procedimiento experimental que permitirá analizar el objeto de estudio del presente trabajo. Se determinó como población a los estudiantes de cuarto y noveno semestre de Ingeniería Electrónica de la Universidad de la Costa, CUC, y a los estudiantes de sexto semestre de Ingeniería Electrónica y Mecatrónica de la Universidad Continental de Perú.

Para la muestra, se seleccionaron 70 estudiantes de la asignatura Circuitos digitales de cuarto semestre, quienes realizaron el experimento durante el año 2016. Así también, 11 estudiantes de noveno matriculados en Bioingeniería, quienes realizaron la prueba en el período 2016-2 y, 14 de Sistemas digitales de la Universidad Continental en Perú, sometidos al experimento en el período intersemestral de junio del 2016.

La aplicación de la prueba se basó en un experimento puro, con diseño de pos prueba y grupo de control. Gracias a la revisión sistemática, se logró identificar que este tipo de métodos son los más adecuados en el sector educativo (Briones, 2010), (Sans, García Sanz, Serrano, León Rodrigo, García Gordo & Gil Álvaro, 2012) y (Hernandez

Sampieri, Fernandez Collado & Baptista Lucio, 2010), teniendo en cuenta que su impacto y relevancia en estudios que involucran las TIC y la educación.

Según la revisión de la literatura, para realizar el experimento puro es necesario contar con dos grupos, uno de ellos debe recibir el tratamiento experimental, o, dicho en otras palabras, debe someterse a la variable independiente, mientras que el otro grupo no; a éste último se le denomina grupo de control. A partir de la muestra seleccionada se define aleatoriamente quiénes conformarán cada grupo y posteriormente, se aplicará la prueba (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado & Baptista Lucio, 2010). El objetivo de esta metodología es comparar un fenómeno tal cual ocurre en su estado natural (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado & Baptista Lucio, 2010).

7.2. Elaboración del cronograma para la aplicación de pruebas

Una vez definidas la muestra y el diseño de experimentos, se procedió a establecer un cronograma para la aplicación de esta prueba. En la Tabla 8 se puede apreciar la programación definida para la misma.

Tabla 8.

ACTIVIDADES	mar-16				abr-16				may-16				jun-16				sep-16				oct-16				nov-16			
	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
Sensibilización del proyecto y solicitud de permisos con el director de programa																												
Sensibilización del proyecto y solicitud de permisos con docentes																												
Determinar fechas y espacios para realizar el experimento.																												
Realizar jornada de sensibilización con los estudiantes para participar en el experimento.																												
Aplicación de las pruebas																												

Cronograma para la aplicación del experimento

Como se observa en la programación, la prueba experimental se realizó durante todo el año.

Inicialmente se socializa con el director de programa y profesores encargados de las asignaturas seleccionadas la intención del estudio del suscrito proyecto. Seguidamente, se determinan las fechas y se concluye con la aplicación del experimento. En el período comprendido de marzo a mayo, se realizó este proceso con un grupo de estudiantes de Ingeniería Electrónica matriculados en Circuitos digitales de la Universidad de la Costa.

Posteriormente, en el mes de junio se repitió el procedimiento anterior, esta vez en la Universidad Continental de Perú con sus estudiantes de Ingeniería Electrónica e Ingeniería Mecatrónica, matriculados en Sistemas digitales. Por último, en los meses comprendidos de septiembre a noviembre, se replicó estos pasos en los estudiantes de Bioingeniería y Circuitos digitales de la Universidad de la Costa, pertenecientes al programa del foco de estudio.

Todos los permisos se realizaron por medio de una solicitud formal, en la que los actores involucrados firmaron cartas de autorización y consentimiento informado. Ver anexos 5, 6, 7 y 8. Por otro lado, en la Figura 4 se comparte una imagen correspondiente a la jornada de socialización realizada de manera previa al experimento.



Figura 4. Jornada de socialización

7.3. Aplicación del post test con grupo control

La revisión de la literatura permitió identificar que el método del experimento puro con post test y grupo control es idóneo y útil para el tipo de estudio que abarca la presente investigación, ya que, por su veracidad, es comúnmente utilizada en investigaciones que involucran las TIC y la educación. Teniendo en cuenta lo anterior, a continuación, se procede a explicar la metodología seleccionada.

Inicialmente se identificaron las asignaturas y temas para la prueba, seleccionando para este fin, Bioingeniería y Circuitos digitales. Posteriormente, se determinó la muestra que participaría en la experimentación, para luego socializarles el objetivo de la investigación y, por último, dividirla en dos grupos, uno de control y otro experimental.

En el caso de Bioingeniería, los grupos conformados fueron el **Grupo A** y **Grupo B**, donde:

- Grupo A: grupo control.
- Grupo B: grupo experimental.

El Grupo A se conformó de cinco estudiantes, mientras que el Grupo B se constituyó de seis; para una muestra de once estudiantes.

Para Circuitos digitales, los grupos que se conformaron fueron el **Grupo C** y el **Grupo D**, donde:

- Grupo C: grupo control.
- Grupo D: grupo experimental.

Cada uno de estos grupos estuvo constituido por muestras de treinta y cinco estudiantes, para un total de setenta.

Para Sistemas digitales, los grupos que se conformaron fueron el **Grupo E** y el **Grupo F**, donde:

- Grupo E: grupo control.
- Grupo F: grupo experimental.

El Grupo E estuvo conformado por seis estudiantes, mientras que el Grupo F por ocho estudiantes, para un total de catorce.

Para poder analizar los datos y poder determinar la incidencia de las TIC en la evaluación de competencias, los Grupos A, C y E realizaron una prueba escrita, mientras que los Grupos B, D y F la realizaron en el entorno virtual inmersivo desarrollado. Cada evaluación fue elaborada con ayuda del docente de la clase, en la que se evaluó el conocimiento y competencias de los temas previamente seleccionados.

Los grupos control y experimental de cada asignatura realizaron la prueba el mismo día, según lo establecido en el cronograma; y se les dio un límite de veinte minutos para responderla. Por otro lado, todos los grupos control fueron supervisados por el docente de la clase y los grupos experimentales por el investigador del proyecto. Para efectos de analizar condiciones que puedan repercutir en trabajos futuros y, a manera de retroalimentación, se solicitó a los jóvenes que respondieron la prueba en el entorno virtual inmersivo, realizar una encuesta de usabilidad a través de Google Forms. Una vez finalizado el experimento, se procedió a tabular los datos obtenidos de la muestra. En las Figura V, VI y VII se observan estudiantes que conforman la muestra del Grupo B durante la realización del experimento.



Figura 5. Estudiante del Grupo B durante el experimento.



Figura 6. Estudiante del Grupo B durante el experimento



Figura 7. Estudiante del Grupo B durante el experimento

En las figuras 8 y 9, se observa a la muestra del Grupo F, de la Universidad Continental, realizar el experimento en el Entorno Virtual Inmersivo.



Figura 8. Estudiante de la Universidad Continental, Grupo F



Figura 9. Estudiante de la Universidad Continental, Grupo F

8. Análisis de resultados

En esta actividad se enseñan los resultados obtenidos de la aplicación del experimento puro con post test y grupo control, para luego analizados y redactar las conclusiones.

8.1. Resultados Bioingeniería

Con el objetivo de analizar la información, los datos obtenidos se tabularon y graficaron en la herramienta ofimática Excel, cuyos resultados permitirán estudiar el comportamiento de cada grupo. Teniendo en cuenta lo anterior, en esta subsección se exponen los resultados obtenidos por el Grupos A y Grupo B del experimento realizado en la asignatura Bioingeniería.

8.1.1. Resultado experimento grupo A de Bioingeniería.

A continuación, se comparten los datos obtenidos por el Grupo A (grupo control) luego de haber sido sometidos al experimento. En la Gráfica 1 se enseñan los resultados generales de manera porcentual.

Gráfica 1. Resultado general del experimento, Grupo A



Fuente: propia.

La Gráfica 1 ilustra qué en su mayoría, los estudiantes presentan un bajo nivel de desempeño, ya que la muestra se ubica en las categorías receptivo y resolutivo. Dicho en otras palabras, el 20% de se encuentra en la categoría estratégico, el 20% en la categoría autónomo, el 20% está en la categoría resolutivo y un 40% en la categoría receptivo.

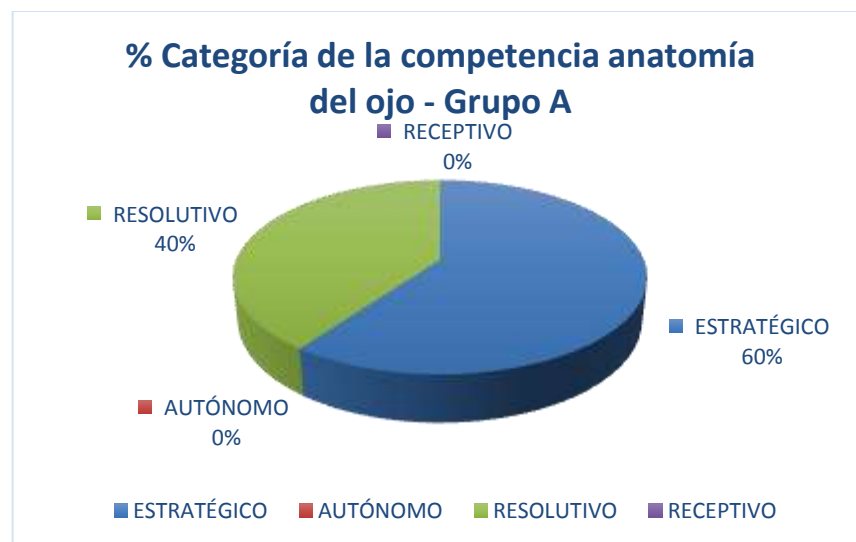
Por otro lado, se tomaron los datos para cada uno de los temas evaluados como parte del saber-saber. En la Tabla 9 se comparte el resultado obtenido de la evaluación de la anatomía del ojo humano del grupo A y en la Gráfica 2, se expresan los datos de manera porcentual.

Tabla 9.

GRUPO A		
CATEGORÍA	TOTAL	%
ESTRATÉGICO	3	60
AUTÓNOMO	0	0
RESOLUTIVO	2	40
RECEPTIVO	0	0

Resultado anatomía del ojo, Grupo A.

Gráfica 2. Resultado porcentual anatomía del ojo, Grupo A



De ésta información, se observa que, en su mayoría, los estudiantes presentan un buen desempeño en la prueba escrita cuando se les evalúa el saber-saber de la anatomía del ojo humano, en la que se concluye que tienen conocimiento de la temática. Esto se

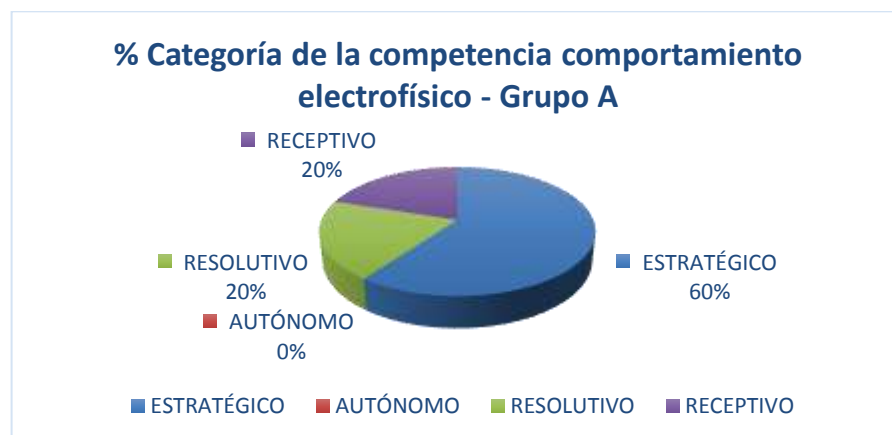
evidencia al decir que el 60% de la muestra se encuentra en un nivel de desempeño estratégico mientras que el 40% en resolutivo.

Así también, se tomaron los datos obtenidos de la evaluación del comportamiento electro físico. En la Tabla 10 se comparte el resultado y en la Gráfica 3, se expresan los datos de manera porcentual.

Tabla 10.

GRUPO A		
CATEGORÍA	TOTAL	%
ESTRATÉGICO	3	60
AUTÓNOMO	0	0
RESOLUTIVO	1	20
RECEPTIVO	1	20

Resultado comportamiento electro físico, Grupo A.



Gráfica 3. Resultado porcentual comportamiento electro físico, Grupo A

De esta información, se observa que, en su mayoría, los estudiantes presentan un buen desempeño en la prueba escrita cuando se les evalúa el saber-saber del comportamiento electro físico, en la que se concluye que tienen un alto conocimiento de la temática. Esto se evidencia al decir que el 60% de la muestra se encuentra en un nivel de desempeño estratégico, mientras que el 20% en resolutivo y el 20% en receptivo, resaltando que el 40% se encuentra en los niveles más bajos.

Por último, los datos obtenidos de la evaluación del manejo del Electrooculograma EOG se comparten a continuación. En la Tabla 11 se ilustra el resultado y en la Gráfica 4, se expresan los datos de manera porcentual.

Tabla 11.

GRUPO A		
CATEGORÍA	TOTAL	%
ESTRATÉGICO	0	0
AUTÓNOMO	0	0
RESOLUTIVO	2	40
RECEPTIVO	3	60

Resultado manejo del EOG, Grupo A.



Gráfica 4. Resultado porcentual manejo del EOG, Grupo A.

De esta información, se observa que, en su mayoría, los estudiantes demuestran un mal manejo en la prueba escrita cuando se les evalúa el saber-saber del manejo del Electrooculograma, EOG, en la que se concluye que tienen un bajo conocimiento de la temática. Esto se evidencia al decir que el 60% de la muestra se encuentra en un nivel de desempeño receptivo, mientras que el 40% se encuentra en el nivel resolutivo.

De esta parte del experimento, se concluye que, a nivel general, los estudiantes deben profundizar los conceptos relacionados al manejo del Electrooculograma, EOG, ya que deben ser capaces de responder ante las necesidades de empresas del sector médico cuando se refiere al uso, manejo y calibración de éstos equipos.

8.1.2. Resultado experimento grupo B de Bioingeniería.

A continuación, se comparten los resultados obtenidos por el Grupo B (grupo experimental) luego de haber sido sometidos al experimento en el entorno virtual inmersivo. En la Gráfica 5 se enseñan los resultados generales de manera porcentual.



Gráfica 5. Porcentaje general categoría por competencia, Grupo B.

La Gráfica 5 ilustra que, a nivel general, los estudiantes demuestran un buen desempeño de la prueba realizada en el entorno virtual inmersivo, donde se observa que el 88% por ciento se encuentran en los niveles más altos y sólo un 17%, en nivel resolutivo, lo cual indica que, en comparación con la prueba escrita, se evidencia un impacto positivo el uso de las TIC para estos procesos.

Por otro lado, así como para el Grupo A, se tomaron los datos por cada uno de los temas evaluados. En la Tabla 12 se comparte el resultado obtenidos de la anatomía del ojo humano del grupo B y en la Gráfica 6, se expresan de manera porcentual.

Tabla 12.

GRUPO B		
CATEGORÍA	TOTAL	%
ESTRATÉGICO	4	66,6
AUTÓNOMO	2	33,3
RESOLUTIVO	0	0
RECEPTIVO	0	0

Resultado anatomía del ojo humano, Grupo B

En la Gráfica 6 se ilustra el porcentaje por categoría de la competencia anatomía del ojo, del Grupo B.



Gráfica 6. Resultado porcentual anatomía del ojo, Grupo B.

De esta información se observa que, en su mayoría, los estudiantes presentan un excelente desempeño en la prueba virtual cuando se les evalúa la anatomía del ojo humano, en la que se concluye que tienen dominio de la temática. Esto se evidencia al decir que el 67% de la muestra se encuentra en un nivel de desempeño estratégico y el 33% en autónomo, equivalentes al 100%. Con relación al resultado del Grupo A, se observa una gran diferencia en cuanto a que el 40% de los evaluados demuestran poseer bajo

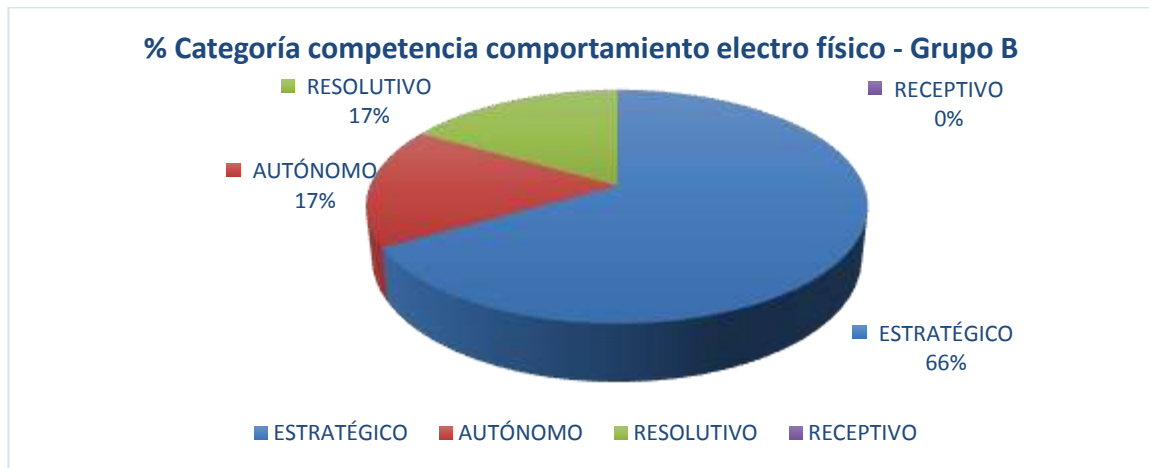
conocimiento del tema; lo cual indica que se deben reforzar algunos conceptos que permita generar un impacto positivo en cuanto a su formación; así también, se evidencia la incidencia de las TIC en la evaluación del saber-saber.

Así también, se tomaron los datos obtenidos de la evaluación del comportamiento electro físico del Grupo B. En la Tabla 13 se comparte el resultado y en la Gráfica 7, se expresan los datos de manera porcentual.

Tabla 13.

GRUPO B		
CATEGORÍA	TOTAL	%
ESTRATÉGICO	4	66,6
AUTÓNOMO	1	16,66
RESOLUTIVO	1	16,66
RECEPTIVO	0	0

Resultado comportamiento electro físico, Grupo B.



Gráfica 7. Resultado porcentual comportamiento electro físico, Grupo B.

De ésta información se observa que, en su mayoría, los estudiantes presentan un excelente desempeño en la prueba virtual cuando se les evalúa el comportamiento electro físico, en la que se concluye que tienen dominio de la temática. Esto se evidencia al decir que el 66% de la muestra se encuentra en un nivel de desempeño estratégico y el 17% en autónomo, equivalentes al 83%, y sólo una pequeña parte de esta muestra es resolutive. En comparación a la prueba del Grupo A, se observa que, para ambos casos, predomina un alto manejo del tema; sin embargo, se evidencia un mejor desempeño de los estudiantes cuando responden a la prueba en el entorno virtual inmersivo. Aun así, se considera pertinente para los dos grupos, reforzar los conocimientos en esta temática.

Por último, los datos obtenidos de la evaluación del manejo del Electrooculograma EOG del Grupo B se comparten a continuación. En la Tabla 14 se ilustra el resultado y en la Gráfica 8, se expresan los datos de manera porcentual.

Tabla 14.

GRUPO B		
CATEGORÍA	TOTAL	%
ESTRATÉGICO	3	50
AUTÓNOMO	2	33,3
RESOLUTIVO	1	16,66
RECEPTIVO	0	0

Resultado manejo del EOG, Grupo B.



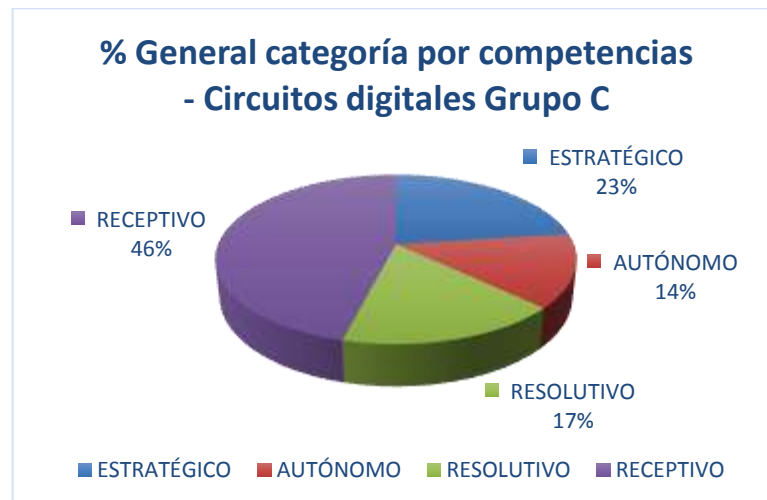
Gráfica 8. Resultado porcentual manejo del EOG, Grupo B

De esta información se observa que, en su mayoría, los estudiantes presentan un excelente desempeño en la prueba virtual cuando se les evalúa el manejo del Electrooculograma EOG, en la que se concluye que tienen dominio de la temática. Esto se evidencia al decir que el 50% de la muestra se encuentra en un nivel de desempeño estratégico y el 33% en autónomo, equivalentes al 88%, y sólo una pequeña parte de esta muestra es resolutiva. En comparación a la prueba del Grupo A, se observa una diferencia

muy marcada, ya que, en dicho grupo, predomina los niveles resolutivos y receptivos, equivalentes a un 100% de estudiantes con déficit de apropiación de ésta temática. Por otro lado, se observa claramente que el Grupo B que realizó la prueba en el entorno virtual inmersivo obtuvo altos resultados en cuanto a su desempeño versus los que la realizaron de manera escrita.

8.1.3. Resultado experimento Grupo C de Circuitos digitales.

A continuación, se comparten los resultados obtenidos por el Grupo C de Circuitos digitales luego de haber sido sometidos a la prueba escrita en la que se les evaluó sobre lógica combinacional y simplificación de circuitos lógicos con mapas de Karnaugh. En la Gráfica 9 se enseñan los resultados generales, expresados de manera porcentual.



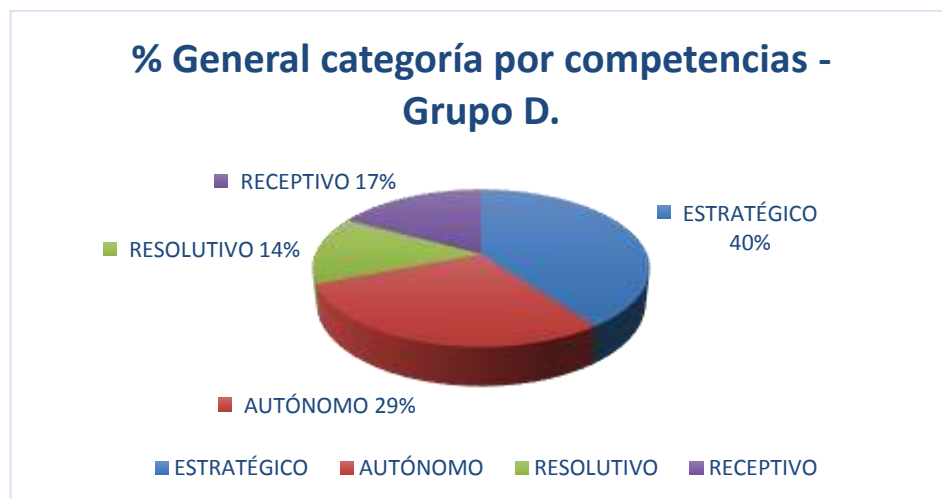
Gráfica 9. Resultado porcentual Circuitos digitales, Grupo C.

De esta información se observa que, en su mayoría, los estudiantes presentan un desempeño regular en la prueba escrita, en la que se concluye que se debe profundizar en los temas. Esto se evidencia al decir que el 46% de la muestra se encuentra en un nivel de

desempeño receptivo y el 17% en resolutivo, equivalentes al 63%, demostrando bajos niveles de apropiación del conocimiento en la muestra.

8.1.4. Resultado experimento Grupo D de Circuitos digitales.

A continuación, se comparten los resultados obtenidos por el Grupo B (grupo experimental) luego de haber sido sometidos al experimento en el entorno virtual inmersivo, prueba en la que se evaluó el saber-saber sobre la lógica combinacional y simplificación de circuitos lógicos usando Mapas de Karnaugh. En la Gráfica 10, se expresan éstos datos de manera porcentual.



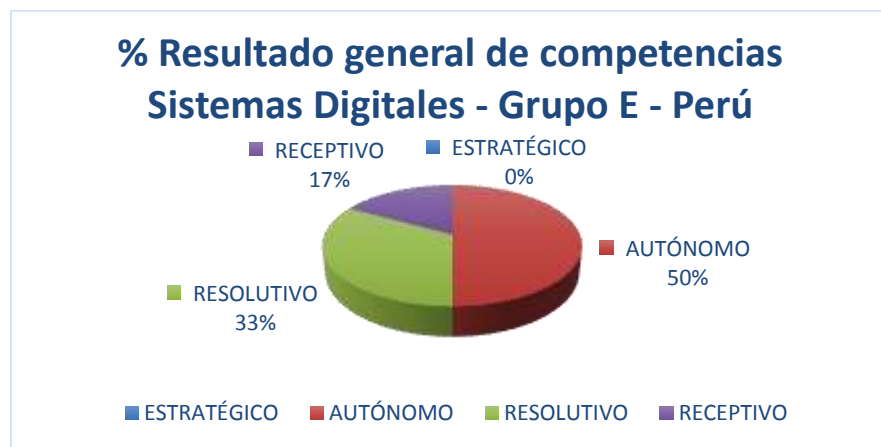
Gráfica 10. Resultado porcentual general, Grupo D.

De ésta información se observa que, a nivel general, los estudiantes presentaron un mejor desempeño en la prueba realizada a través del entorno virtual inmersivo, frente a los resultados obtenidos del Grupo C. Esto se evidencia al decir que el 69% del Grupo D de la muestra se encuentra en los más altos niveles versus el 37% de la prueba escrita, realizada

por el Grupo C; demostrando un alto desempeño de los estudiantes cuando hacen uso de las TIC.

8.1.5. Resultado experimento Grupo E de Sistemas digitales.

A continuación, se comparten los resultados obtenidos por el Grupo E de Sistemas digitales de en la muestra de estudiantes de la Universidad Continental en Perú, luego de haber sido sometidos a la prueba escrita en la que se les evaluó sobre lógica combinacional y simplificación de circuitos lógicos con mapas de Karnaugh. En la Gráfica 11 se enseñan los resultados generales, expresados de manera porcentual.



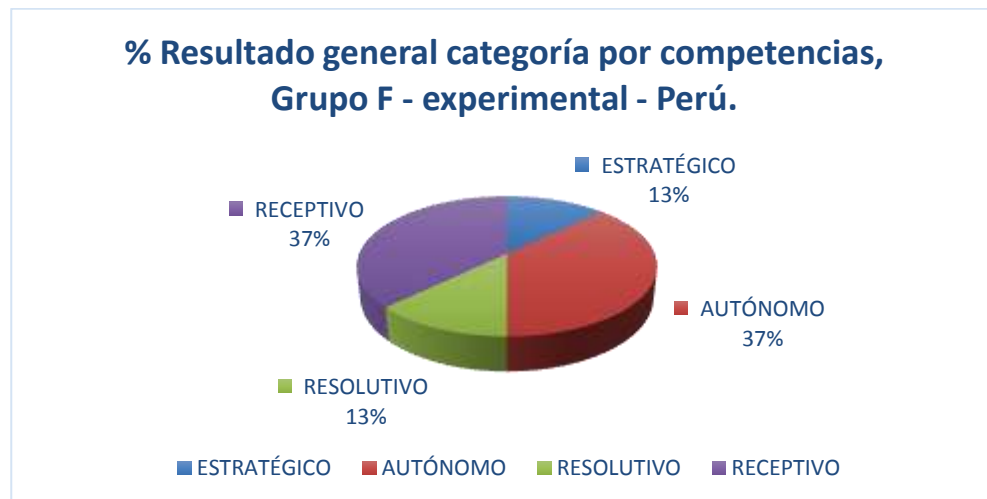
Gráfica 11. Resultado porcentual general, Grupo E, Perú.

De esta información, se observa que hay una equidad en cuanto al desempeño de los estudiantes frente al saber-saber evaluado, evidenciado en el 50% de los estudiantes en categoría autónomo, el 33% en resolutivo y el 17% en receptivo. Empero, es importante

anotar que se debe profundizar en los conceptos para que se pueda aumentar la apropiación de los temas evaluados y con ello, las competencias técnicas en la que éstas repercuten.

8.1.6. Resultado experimento Grupo F de Sistemas digitales.

A continuación, se comparten los resultados obtenidos por el Grupo F (grupo experimental) luego de haber sido sometidos al experimento en el entorno virtual inmersivo, prueba en la que se evaluó el saber-saber sobre la lógica combinacional y simplificación de circuitos lógicos usando Mapas de Karnaugh. En la Gráfica 12 se expresan éstos datos de manera porcentual.



Gráfica 12. Resultado porcentual general, Grupo F, Perú.

De esta información, se observa que hay una equidad en cuanto al desempeño de los estudiantes frente al saber-saber evaluado a través del entorno virtual inmersivo,

evidenciado en el 37% de los estudiantes en categoría autónomo, el 13% en estratégico, un 33% en resolutivo y el 17% en receptivo.

Es importante resaltar que, en los resultados del Grupo F se observan muestras en el nivel estratégico, ausentes en el Grupo E, indicando una mayor apropiación de los temas haciendo uso de las TIC. Sin embargo, se debe profundizar en los conceptos evaluados para que se pueda aumentar su apropiación y con ello, las competencias técnicas en las que repercuten.

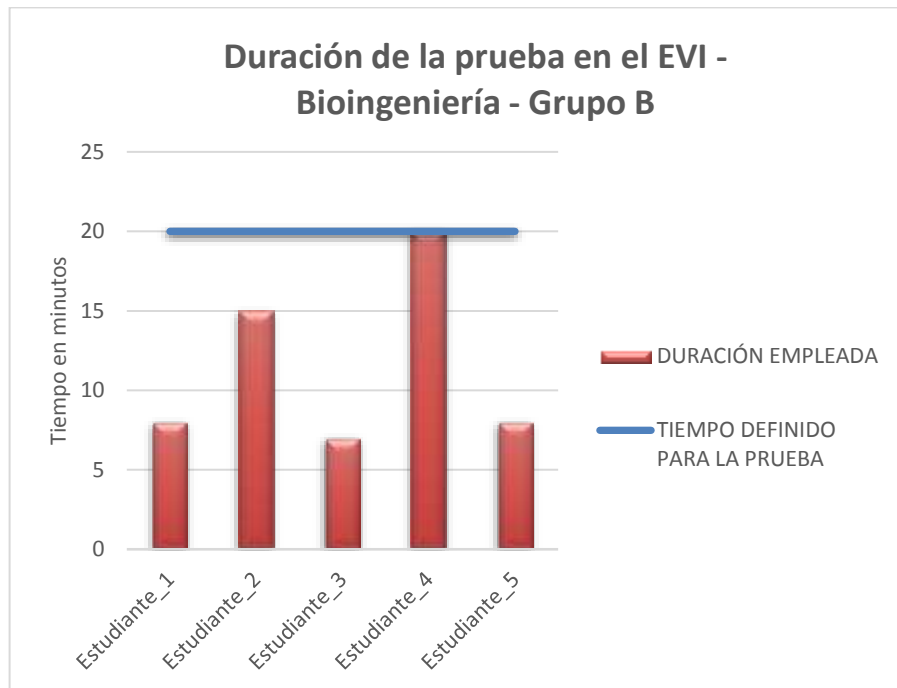
8.2. Duración de la prueba

El manejo del tiempo es uno de los aspectos que se evaluó en todos los grupos, más específicamente en los experimentales, para efectos de poder analizar cómo las TIC inciden en el desempeño de los estudiantes y comparar éstos resultados con los obtenidos de los grupos control.

Para todos los grupos control y experimental, la prueba se les aplicó el mismo día durante la clase y se elaboró una guía de observación en el cual se anotó el tiempo que tardaron los estudiantes en responder la evaluación en el entorno virtual inmersivo.

8.2.1. Duración de la prueba Grupo B – Bioingeniería.

A continuación, se comparte el consolidado del tiempo empleado por el grupo F para realizar el experimento en el entorno virtual Inmersivo. La Gráfica 13 ilustra los datos obtenidos.

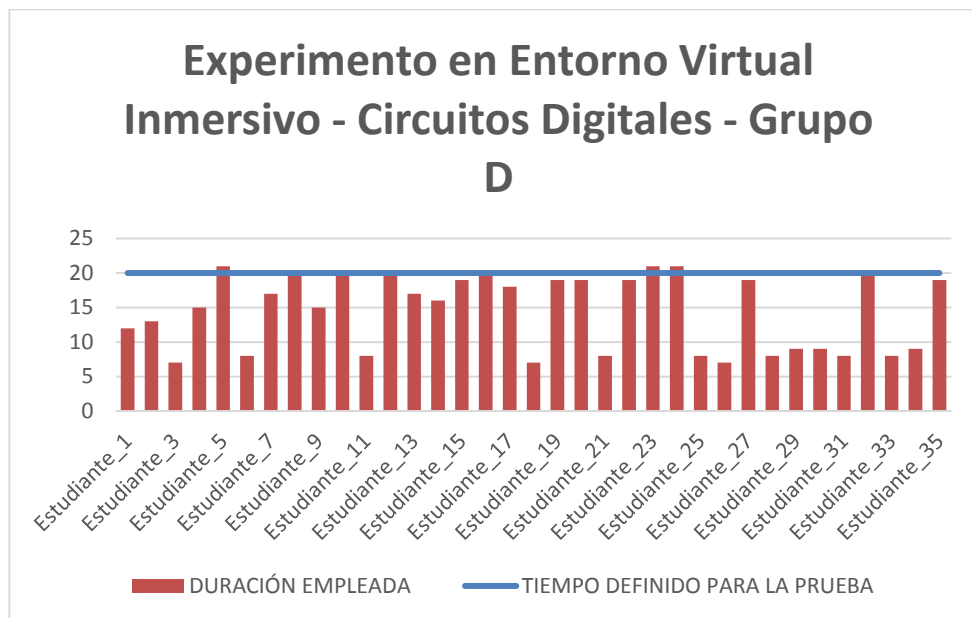


Gráfica 13. Duración experimento en entorno virtual inmersivo, Grupo B

Durante la realización del experimento, se observó que los estudiantes del Grupo A tardaron dos horas en realizar la evaluación, mientras que la muestra del Grupo B tardó veinte minutos. Se observa cómo tres estudiantes respondieron en menos de diez minutos y solamente dos demoraron un poco más, demostrando que los entornos virtuales inmersivos promueven el desarrollo de habilidades y destrezas, dentro de ellos, la concentración.

8.2.2. Duración de la prueba Grupo D – Circuitos digitales.

A continuación, se comparte el consolidado del tiempo empleado por el grupo D para realizar el experimento en el entorno virtual Inmersivo. La Gráfica 14 ilustra los datos obtenidos.

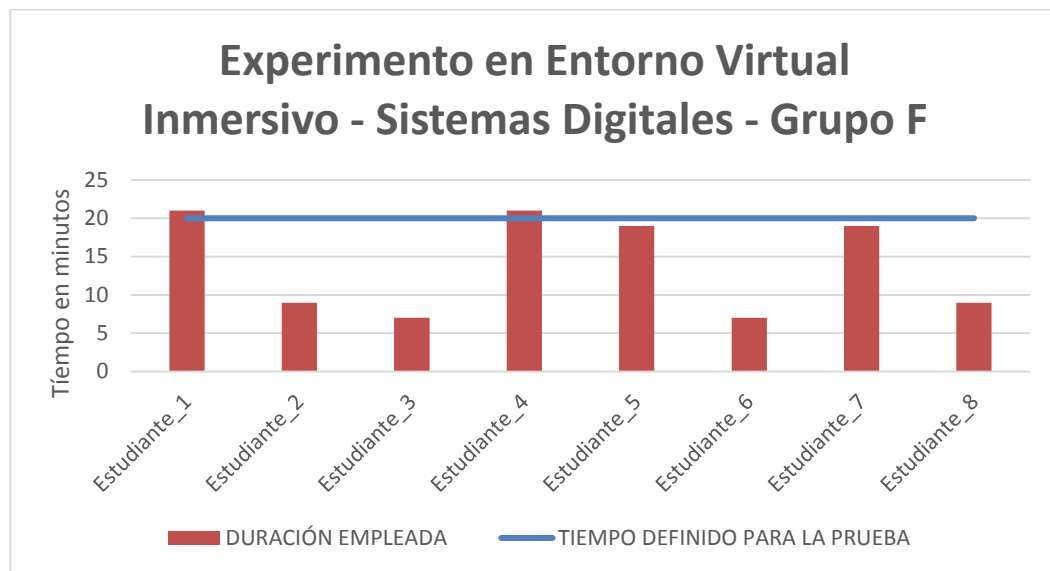


Gráfica 14. Duración experimento en entorno virtual inmersivo, Grupo D

Durante la realización del experimento, se observó que los estudiantes del Grupo C tardaron tres horas en realizar la evaluación, mientras que la muestra del Grupo D tardó alrededor de veinte minutos. Se resalta el hecho de que, en su mayoría, los estudiantes respondieron la prueba en menos del tiempo asignado y solamente tres se excedieron de él, demostrando una vez más, que los entornos virtuales inmersivos ejercen un efecto positivo en la evaluación de conocimiento, habilidades y destrezas, dentro de ellos, la concentración.

8.3 Duración de la prueba Grupo F – Sistemas digitales, Perú

A continuación, se comparte el consolidado del tiempo empleado por el grupo F para realizar el experimento en el entorno virtual Inmersivo. La Gráfica 15 ilustra los datos obtenidos.



Gráfica 15. Duración evaluación virtual Sistemas digitales, Grupo F

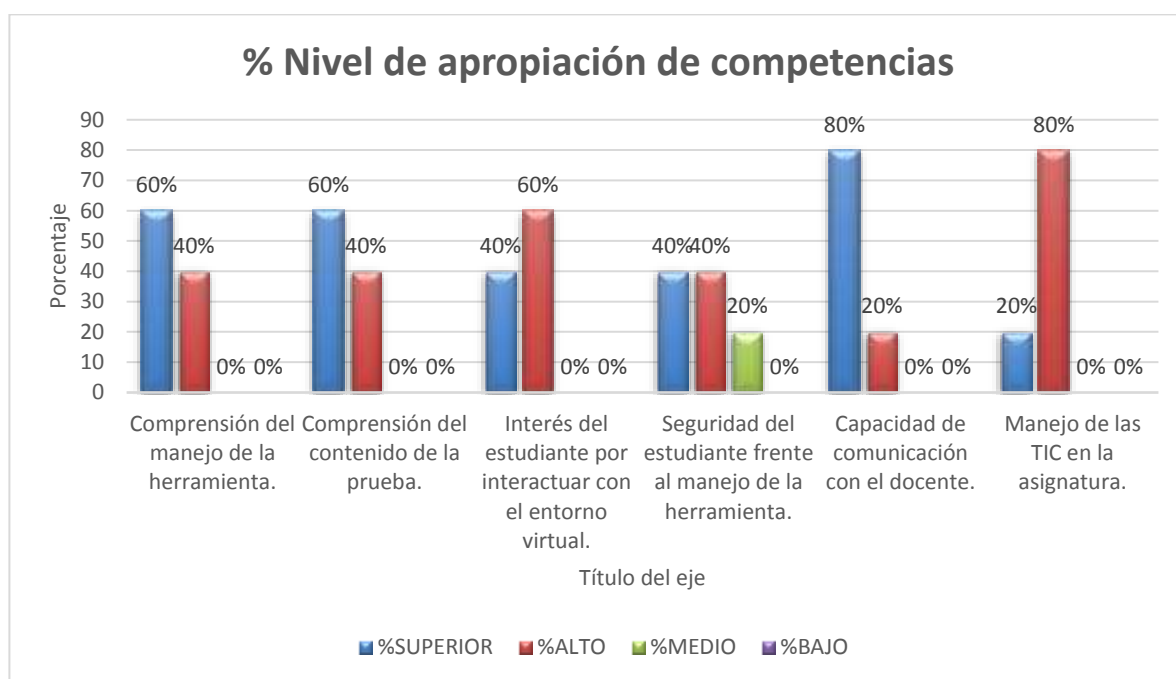
Durante la realización del experimento, se observó que los estudiantes del Grupo E tardaron dos horas y media en realizar la evaluación, mientras que la muestra del Grupo F tardó alrededor de veinte minutos. Se resalta el hecho de que, en su mayoría, los estudiantes respondieron la prueba en menos del tiempo asignado y solamente dos se excedieron de él, demostrando una vez más, que los entornos virtuales inmersivos ejercen un efecto positivo en la evaluación de conocimiento, habilidades y destrezas, dentro de ellos, la concentración, la interacción, manejo de las TIC, entre otros.

8.4. Usabilidad del Entorno virtual inmersivo

Para efectos de analizar condiciones que puedan repercutir en trabajos futuros y, a manera de retro alimentación, en esta sección se consolidan los resultados obtenidos de la prueba de usabilidad del entorno virtual inmersivo.

8.4.1. Usabilidad del entorno virtual Inmersivo, Grupo B, Bioingeniería.

A continuación, se relaciona el resultado de la encuesta realizada por el Grupo B, en la que se analiza el manejo y apropiación de las TIC. En la Gráfica 16 se ilustra de manera porcentual los datos obtenidos.



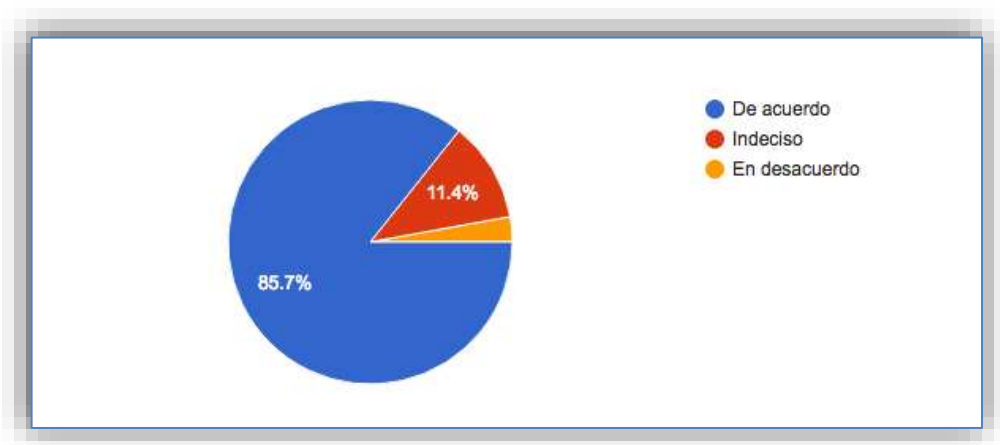
Gráfica 16. Resultado porcentual apropiación de competencias TIC – Grupo B, Bioingeniería.

De esta información, se resalta como aspectos muy positivos que los estudiantes tienen alto conocimiento del manejo de las TIC, lo cual es promovido a través de la asignatura cuando el profesor utiliza la virtualidad como complemento de las clases. Así también, se observa que, a través de las TIC se logra una mayor comunicación con el docente en cuanto a indicaciones recibidas, entre otros. Por otro lado, se interpreta que los

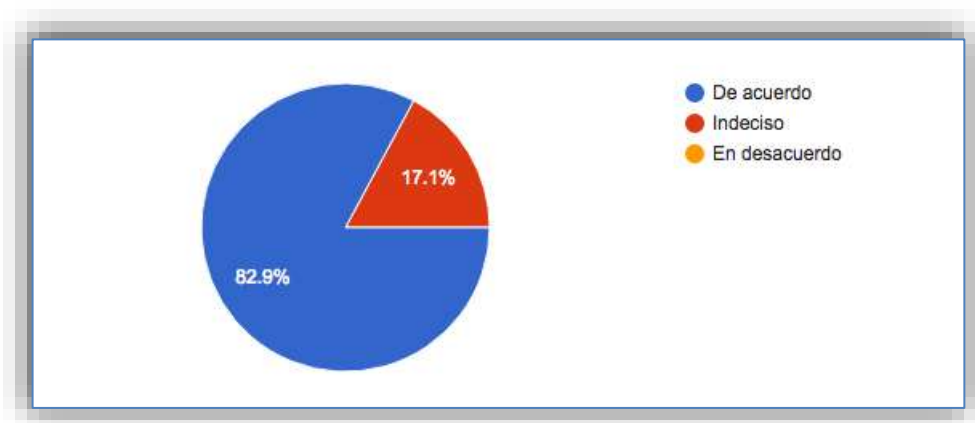
estudiantes se sienten seguros al interactuar con herramientas virtuales, les causa interés y comprenden tanto su funcionamiento como su contenido.

8.4.2. Usabilidad del entorno virtual Inmersivo, Grupo D, Circuitos digitales.

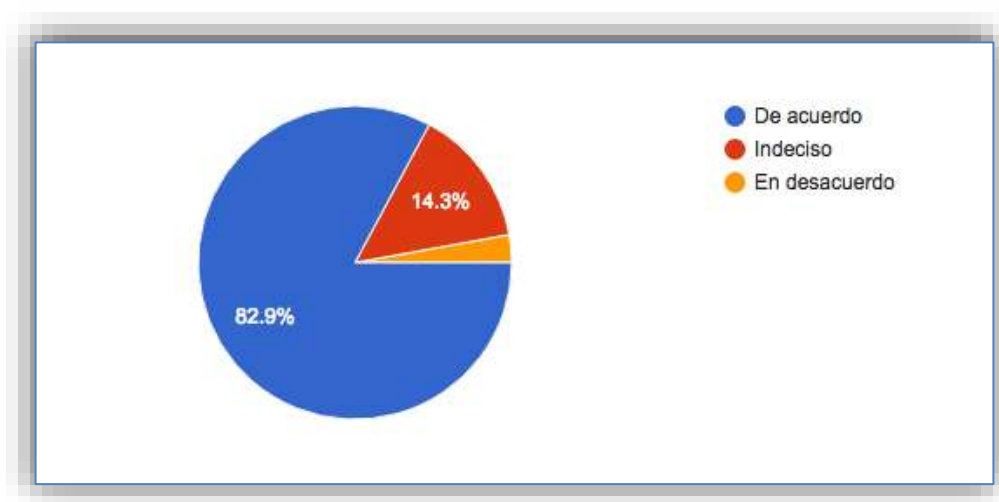
A continuación, se relaciona el resultado de la encuesta realizada por el Grupo D, en la que se analiza el manejo y apropiación de las TIC. En las Gráficas 17, 18, 19 y 20 se ilustran de manera porcentual, la información más relevante.



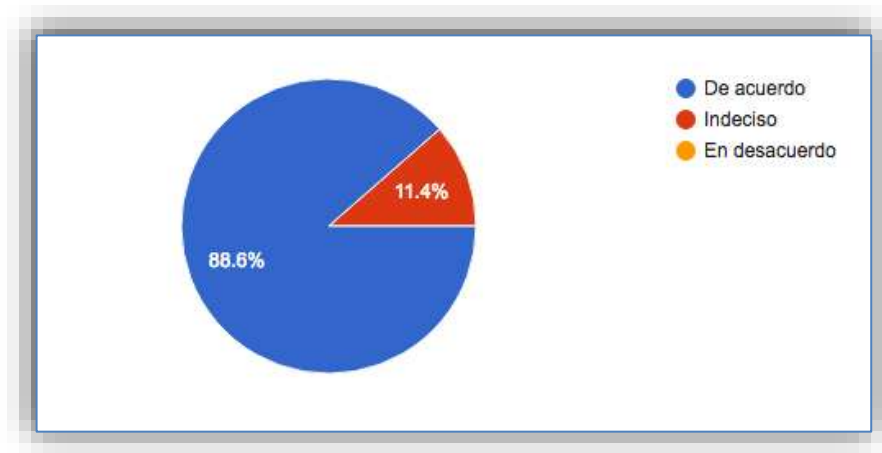
Gráfica 17. Claridad y comprensión de la información presentada.



Gráfica 18. Interfaz del Software amigable.



Gráfica 19. Satisfacción de trabajar con el Software



Gráfica 20. Recomendación del Software a un tercero

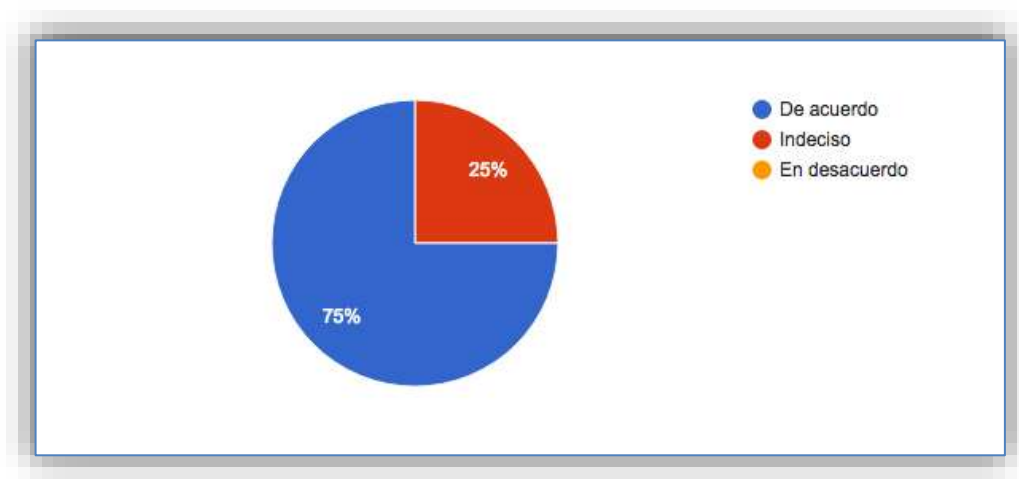
De esta información, se observa que los estudiantes de la muestra del Grupo D consideran apropiado el uso de las TIC.

Con relación al entorno virtual desarrollado, manifiestan estar de acuerdo en que la información presentada es clara y comprensible, así también, que su interfaz es amigable, lo cual se ve reflejado en la satisfacción de trabajar con él y, por ende, lo recomendarían a un tercero.

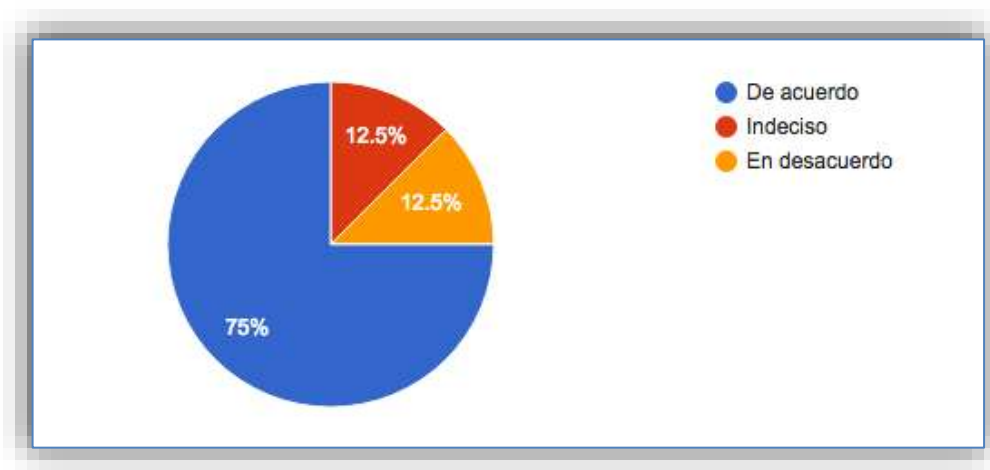
Se destaca en este punto que la interfaz del entorno virtual inmersivo desarrollado para la asignatura se hizo teniendo en cuenta los aportes de autores como Romero, Vizcaino, & Piattini, (2008), Ching-Song, (2009), Iskander, Catten, Jones & Jameson, (1995), entre otros, que aseguran que deben ser llamativos para capturar la atención del usuario.

8.4.3. Usabilidad del entorno virtual Inmersivo, Grupo F, Sistemas digitales, Perú.

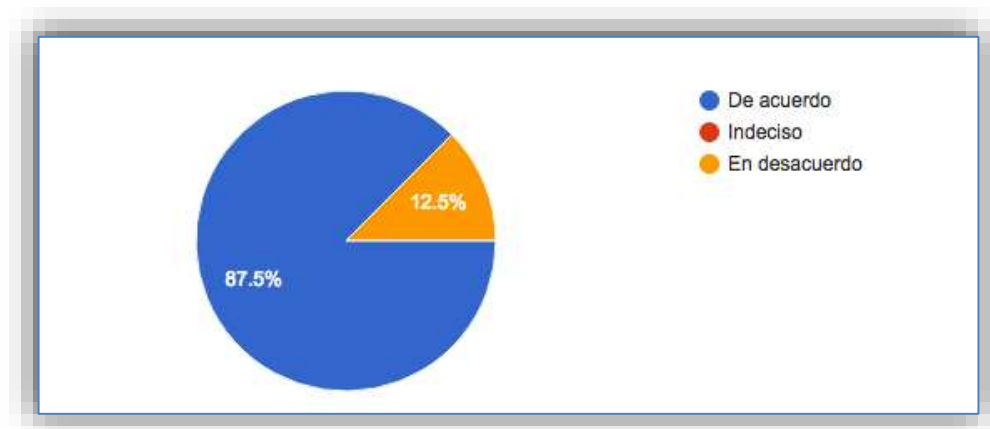
A continuación, se relaciona el resultado de la encuesta realizada por el Grupo F, en la que se analiza el manejo y apropiación de las TIC. En las Gráficas 21, 22, 23 y 24 se ilustran de manera porcentual, la información más relevante.



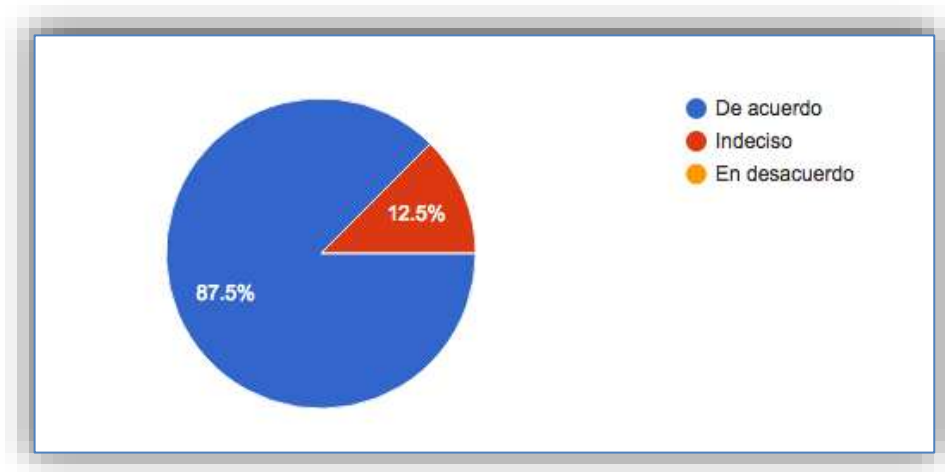
Gráfica 21. Claridad y comprensión de la información presentada, Perú.



Gráfica 22. Interfaz del Software amigable, Perú.



Gráfica 23. Satisfacción de trabajar con el Software, Perú.



Gráfica 24. Recomendación del Software a un tercero – Perú

Al igual que la muestra del Grupo D, la muestra de estudiantes evaluados manifiesta estar de acuerdo en que la información presentada es clara y comprensible, así también, que su interfaz es amigable, lo cual se ve reflejado en la satisfacción de trabajar con él y, por ende, lo recomendarían a un tercero.

8.5. Documentación de la monografía

La documentación de la monografía es una actividad que se realizó paralelamente a la ejecución de la investigación. En ella se describe y registran los pasos, procedimientos y metodologías utilizados para la consecución del proyecto, con soportes e información ampliada que puede encontrarse a manera de anexos al final del documento.

Esta fase dio como resultado una monografía de la investigación desarrollada y un artículo de resultados, el cual se encuentra en construcción.

9. Conclusiones

Con el desarrollo de la investigación se pudo evidenciar que los entornos virtuales inmersivos ayudan a promover el desarrollo de habilidades específicas a través del manejo de las TIC, generando así, una apropiación del conocimiento con resultados iguales o superiores a los obtenidos con métodos tradicionales.

Adicionalmente y, en conjunto con lo establecido en la revisión de la literatura y la aplicación de pruebas experimentales, se sustenta que el desarrollo de entornos virtuales inmersivos promueve la obtención de resultados positivos en evaluación de competencias. Además de mencionar que las TIC inciden positivamente en la educación si se usan apropiadamente.

Con esto, puede concluirse que los entornos virtuales inmersivos pueden implementarse en distintos tipos de asignaturas, en este caso Circuitos Digitales y Bioingeniería y que su desarrollo puede servir de apoyo para los procesos de enseñanza y evaluación de competencias y del conocimiento.

Con base a los datos anteriores, finalmente se puede concluir que existe una notable influencia e impacto de las TIC en el desarrollo de las competencias en el Ingeniero Electrónico y que pueden ser medidas a través de instrumentos pedagógicos y tecnológicos.

Como trabajo futuro se puede mencionar que es necesario trabajar en distintos aspectos no tenidos en cuenta en la presente investigación, los cuales son sugeridos en recientes investigaciones como: el desarrollo de ambientes virtuales e inmersivos donde se puedan evaluar competencias de los usuarios a través de entornos adaptativos teniendo en

cuenta las necesidades individuales de los estudiantes (Zamora-Musa et al., 2017), en conjunto con implementación de gafas de realidad aumentada (Furlan, 2016) e interfaces de gafas inteligentes (Pecci et al., 2016).

Referencia

- Abdul-Kader; H. M. (2008). E-Learning Systems in Virtual Environment. In *2008 ITI 6th International Conference on Information & Communications Technology* (pp. 71–76). El Cairo: IEEE. <http://doi.org/10.1109/ITICT.2008.4806644>
- Ala-Mutka, Kirsti; Punie, Yves; Redecker, C. (2008). *Digital competence for lifelong learning*.
- Ali Sajedi, Badashian; Firouzabadi, A. M. A. D. S. H. A. M. M. (2010). Designing a Collaborative Educational System: A Competitive Approach to E-Learning. In IEEE (Ed.), *Fifth International Conference on Digital Information Management (ICDIM)*. (pp. 478 – 483). <http://doi.org/10.1109/ICDIM.2010.5664652>
- Almeida-Brito, Josilene; Saraiva-Carvalho, Rosângela; De Melo, Ivanildo; Gomes, Alex-Sandro; De Melo, Rosangela; Da Silva, A. (2011). Blog as a collaborative tool on interaction in classroom: investigating the acceptance of technical student. IEEE. In *6th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI 2011)* (pp. 1–5). Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5974215>
- Alves, P., Miranda, L., & Morais, C. (2015). Publicação e Acesso a Conteúdos no Ambiente Virtual de Aprendizagem de uma Instituição de Ensino Superior Publishing and accessing contents on a virtual learning environment of a higher education institution. In *015 10th Iberian Conference on Information Systems and Technologies*

- (*CISTI*) (pp. 1–6). Aveiro: IEEE. <http://doi.org/10.1109/CISTI.2015.7170468>
- Anderson, J. (2010). *ICT Transforming Education: A Regional Guide*. Bankgog. Retrieved from <http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001892/189216e.pdf>
- Arango, F., Chang, C., Esche, S. K., & Chassapis, C. (2007). A scenario for collaborative learning in virtual engineering laboratories. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE*, 7–12. <http://doi.org/10.1109/FIE.2007.4417818>
- Arenas Landines, A. (2008). Gestión De La Formación : Un Modelo Educativo Basado En Un Sistema De. *Revista Educación En Ingeniería*, 4, 29–46.
- Babic, F., Wagner, J., & Tutoky, G. (2012). Support Patients through E-Services Solutions. *ICETA 2012 - 10th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings*, 15–19. <http://doi.org/10.1109/ICETA.2012.6418290>
- Badashian, Ali Sajedi; Firouzabadi, Asghar Dehghani; Delchesh, Morteza Ashurzad; Afzali, Seyyed Hamidreza; Mahdavi, M. (2010). Designing a collaborative educational system: A competitive approach to e-learning. In *2010 Fifth International Conference on Digital Information Management (ICDIM)* (pp. 478–483). IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICDIM.2010.5664652>
- Banerjee, I., Perera, I., & Choudhury, J. (2013). Introducing immersive technologies for learning: A study evaluating the readiness for using virtual worlds for learning and teaching in an Indian University. In *2013 6th International Conference on Contemporary Computing, IC3 2013* (pp. 268–273). Noida. <http://doi.org/10.1109/IC3.2013.6612202>

- Banerjee, S., Rao, N. J., & Ramanathan, C. (2015). Rubrics for assessment item difficulty in engineering courses. *Proceedings - Frontiers in Education Conference, FIE, 2014*.
<http://doi.org/10.1109/FIE.2015.7344299>
- Bazzaza, Mhd Wael; Al Delail, Buti; Zemerly, M. Jamal; W. P. Ng, J. (2014). iARBook: An Immersive Augmented Reality system for education. In *2014 International Conference on Teaching, Assessment and Learning (TALe)* (pp. 495–498).
Wellington: IEEE. <http://doi.org/10.1109/TALe.2014.7062576>
- Benko, L., Reichel, J., & Munk, M. (2016). Analysis of student behavior in virtual learning environment depending on student assessments. In *ICETA 2015 - 13th IEEE International Conference on Emerging eLearning Technologies and Applications, Proceedings* (pp. 1–6). Sary: IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICETA.2015.7558496>
- Bertrand, J., Brickler, D., Babu, S., Madathil, K., Zelaya, M., Wang, T., ... Luo, J. (2015). The role of dimensional symmetry on bimanual psychomotor skills education in immersive virtual environments. *2015 IEEE Virtual Reality Conference, VR 2015 - Proceedings*, 3–10. <http://doi.org/10.1109/VR.2015.7223317>
- Besterfield-Sacre, M., Shuman, L. J., & Wolfe, H. (2002). Modeling Undergraduate Engineering Outcomes. *International Journal of Engineering Education*, 18(2), 128–139.
- Branovic, Irina; Popovic, Ranko; Jovanovic, Nenad; Gioirgi, Roberto; Nikolic, Bosko; Zivkovic, M. (2014). Integration of simulators in virtual 3D computer science classroom. In *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 1164–1167). <http://doi.org/10.1109/EDUCON.2014.7130488>

- Briones, G. (2010). Investigaciones O Diseños Experimentales. *Universidad de Antioquía*, 1–18. Retrieved from http://www.google.com.co/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&cad=rja&uact=8&ved=0CB0QFjAA&url=http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ceo/article/download/6542/5993&ei=U6ghVPPIJjGggTUhICAAG&usg=AFQjCNEIBV8nprZj_4KlpcG3eF1jhg4Ykw&bvm=bv.
- Callaghan, M. J., McCusker, K., Losada, J. L., Harkin, J., & Wilson, S. (2013). Using game-based learning in virtual worlds to teach electronic and electrical engineering. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 9(1), 575–584. <http://doi.org/10.1109/TII.2012.2221133>
- Cano García, M. E. (2008). La evaluación por competencias en la educación superior. *Sistema De Información Científica, Redalyc*.
- Cardona, D. M., & Sánchez, J. M. (2010). Indicadores Básicos para Evaluar el Proceso de Aprendizaje en Estudiantes de Educación a Distancia en Ambiente e-learning. *Formación Universitaria*, 3(6), 15–31. <http://doi.org/10.4067/S0718-50062010000600004>
- Cardona, S., Vélez, J., & Tobón, S. (2013a). Metodología de Proyectos Formativos aplicada a un curso de Lógica Matemática. *8th Latin American Conference on Learning Objects and Technologies LACLO*, 4(1), 1–12.
- Cardona, S., Vélez, J., & Tobón, S. (2013b). Towards a Model for the Development and Assessment of Competences through Formative Projects. *XXXIX Latin American Computing Conference*, 17(3), 1–16. Retrieved from

<http://ieeexplore.ieee.org.sire.ub.edu/xpls/icp.jsp?arnumber=6670666&tag=1>

Chen, Long; Yang, Q. (2014). A group division method based on collaborative learning elements. In *The 26th Chinese Control and Decision Conference* (pp. 1701–1705). IEEE. <http://doi.org/10.1109/CCDC.2014.6852443>

Ching-Song, W. Y. C. J.-G. D. (2009). A 3D virtual world teaching and learning platform for computer science courses in second life. In IEEE (Ed.), *International Conference on Computational Intelligence and Software Engineering, 2009* (pp. 1–4). <http://doi.org/DOI: 10.1109/CISE.2009.5365895>

Chung, L.-Y. (2011). Using avatars to enhance active learning: Integration of virtual reality tools into college English curriculum. In *2011 15th North-East Asia Symposium on Nano, Information Technology and Reliability (NASNIT)* (pp. 29–33). IEEE. <http://doi.org/10.1109/NASNIT.2011.6111116>

Claros, Iván; Cobos, Ruth; Collazos, C. A. (2016). An Approach Based on Social Network Analysis Applied to a Collaborative Learning Experience. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 9(2), 190–195. <http://doi.org/10.1109/TLT.2015.2453979>

Comas-Gonzalez, Z., Echeverri-Ocampo, I., Zamora-Musa, R., (2017). Tendencias Recientes de la educación virtual y su fuerte conexión con los entornos inmersivos. *Revista Espacios*, 38(15)

Condic, K. (2009). Using Second Life as a Training Tool in an Academic Library. *The Reference Librarian*, 50(4), 333–345. <http://doi.org/10.1080/02763870903096419>

Deb, S. (2016). Smartphone Based Virtual Reality Systems in Classroom Teaching -a study on the effects of learning outcome (pp. 68–71). Mumbai: IEEE.

<http://doi.org/10.1109/T4E.2016.21>

Deshmukh, L. P., Mujawar, T. H., Kasbe, M. S., Mule, S. S., Akhtar, J., & Maldar, N. N.

(2016). A LabVIEW Based Remote Monitoring and Controlling of Wireless Sensor Node for LPG Gas Leakage Detection. In *016 International Symposium on Electronics and Smart Devices (ISESD)* (pp. 115–120). Bandung: IEEE.

<http://doi.org/10.1109/ISESD.2016.7886703>

Esteve, J. M. (2003). *LA TERCERA REVOLUCIÓN EDUCATIVA. La educación en la sociedad del conocimiento*. (PAIDOS IBE).

Garcia-Orellano, C. J., Macías-Macías, M., González-Velasco, H., & García-Manso,

Antonio; Gallardo-Caballero, R. (2016). Remote laboratory experiments of Analog Electronics based on 'RedPitaya '. Seville: IEEE.

<http://doi.org/10.1109/TAEE.2016.7528244>

Garikayi, T., Van Den Heever, D., & Matope, S. (2016). Robotic prosthetic challenges for clinical applications. In *Proceedings of 2016 IEEE International Conference on Control and Robotics Engineering, ICCRE 2016* (pp. 1–5). Singapore: IEEE.

<http://doi.org/10.1109/ICCRE.2016.7476146>

Gati, J., Kartyas, G., & Nemethy, K. (2014). Higher education in recent virtual engineering environments. In *SACI 2014 - 9th IEEE International Symposium on Applied*

Computational Intelligence and Informatics, Proceedings (pp. 111–115). Timisoara:

IEEE. <http://doi.org/10.1109/SACI.2014.6840045>

Hernandez Sampieri, Roberto; Fernandez Collado, Carlos; Baptista Lucio, P. (2010).

Metodología de la investigación (5ta Edició). McGraw Hill.

- Herrera-Jaramillo, J. (2013). *Casos de Estudio de Realidad Virtual y Realidad Aumentada en Educacion*. Medellín.
- IEEE. (2015). ICT needs and trends in engineering education. In *Proceedings of 2015 International Conference on Interactive Collaborative Learning, ICL 2015* (pp. 146–149). Florence: IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICL.2015.7318016>
- Iskander, M. F.; Catten J. C.; Jones, A.; Jameson, R. (1995). Interactive multimedia lessons for education. In IEEE (Ed.), *1995 SBMO/IEEE MTT-S International* (pp. 693–700). <http://doi.org/10.1109/SBMOMO.1995.511020>
- Kaftan, Juliann M.; Buck, Gayle A.; Haack, A. (2006). Using Formative Assessments to Individualize Instruction and Promote Learning. *Middle School Journal*, 37(4). <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/00940771.2006.11461545>
- Kovács, Péter Tamás; Murray, Niall; Rozinaj, Gregor; Sulema, Yevgeniya; Rybárová, R. (2015). Application of immersive technologies for education: State of the art. In *2015 International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning (IMCL)* (pp. 283–288). Thessaloniki: IEEE. <http://doi.org/10.1109/IMCTL.2015.7359604>
- Krull, Robert; Wetmore, William; Ruggiero, Louis; Sharp, M. (2006). Applying Collaborative Technology to Learning in the Distance Classroom. In IEEE (Ed.), *2006 IEEE International Professional Communication Conference* (pp. 183–189). <http://doi.org/10.1109/IPCC.2006.320382>
- Lemus, Lenin; Benlloch, J. (2011). Lessons learnt in using the TICs to improve teaching on Digital Systems Fundamentals. In IEEE (Ed.), *Promotion and Innovation with New*

- Technologies in Engineering Education (FINTDI)*, 2011 (pp. 1–8). Retrieved from <http://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=5948885>
- Liao, Y., Wang, C., Wu, X., Lu, F., Wang, P., & Cai, S. (2015). On the mechanical design and control of a self-adaptive exoskeleton chair. In *2015 IEEE International Conference on Information and Automation, ICIA 2015 - In conjunction with 2015 IEEE International Conference on Automation and Logistics* (pp. 937–942). Lijiang: IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICInfA.2015.7279421>
- Lima, R. M. De, Medeiros, A. De, Milton, F., Neto, M., Neto, F. D. S., César, F., ... Canuto, D. P. (2016). A 3D Serious Game for Medical Students Training in Clinical Cases. In *2016 IEEE International Conference on Serious Games and Applications for Health (SeGAH)* (pp. 1–9). Orlando, Florida: IEEE. <http://doi.org/10.1109/SeGAH.2016.7586255>
- Luengas, Lely; Guevara, Juan; Sánchez, G. (2009). ¿Cómo desarrollar un laboratorio virtual? Metodología de diseño. *Nuevas Ideas En Informática Educativa*, 5, 165–170.
- Macedonia, M. (2007). Generation 3D: Living in virtual worlds. *Computer*, 40(10), 99–101. <http://doi.org/10.1109/MC.2007.348>
- Maly, I., Sedlacek, D., & Leitao, P. (2016). Augmented reality experiments with industrial robot in industry 4.0 environment. In *2016 IEEE 14th International Conference on Industrial Informatics (INDIN)* (pp. 176–181). Poitiers: IEEE. <http://doi.org/10.1109/INDIN.2016.7819154>
- Marcelino, R., Silva, J. B., Gruber, V., & Bilessimo, M. S. (2012). 3D virtual worlds using open source platform and integrated remote experimentation. In *2012 9th*

- International Conference on Remote Engineering and Virtual Instrumentation, REV 2012* (pp. 2–3). Bilbao. <http://doi.org/10.1109/REV.2012.6293182>
- Ministerio de Educación Nacional. (2011). Propuesta de lineamientos para la formación por competencias en educación superior, 1–23.
- Montoya-Estrada, A. (2012). *Hipermediaciones para la creación de ambientes virtuales inmersivos en 3D - Estado del Arte*. Medellín.
- Moran Cardenas, A. (2011). *Acreditación Calidad*.
- Nieto, L. V., Mejía, J. A., Rojas, G., Artunduaga, L. A., Villegas, P., Fernández, H., ... Guana, Y. (2003). Manual de la evaluación de desempeño. *Ministerio de Educación Nacional*. Retrieved from <http://www.mineducacion.gov.co/1759/w3-article-81030.html>
- Open Wonderland Foundation. (2015). OpenWonderland. Retrieved from <http://openwonderland.org/>
- OpenSim Community. (2016). <http://opensim.stanford.edu/>. Retrieved from <http://opensim.stanford.edu/>
- Paiva, P. V. D. F., Machado, L. S., & Valenca, A. M. G. (2013). A Virtual Environment for Training and Assessment of Surgical Teams. In *2013 XV Symposium on Virtual and Augmented Reality* (pp. 17–26). Cuiaba: IEEE. <http://doi.org/10.1109/SVR.2013.22>
- Peng, J., Tan, W., & Liu, G. (2015). Virtual Experiment in Distance Education: Based on 3D Virtual Learning Environment. In *2015 International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)* (pp. 81–84). Wuhan. <http://doi.org/10.1109/EITT.2015.24>

Peng, Jianlei; Tan, Wenwu; Liu, G. (2015). Virtual Experiment in Distance Education: Based on 3D Virtual Learning Environment. In *2015 International Conference of Educational Innovation through Technology (EITT)* (pp. 81–84). Wuhan: IEEE.
<http://doi.org/10.1109/EITT.2015.24>

Philippe, J., Johanne, B., Domenico, M., & Mane, Y. (2008). La competencia como organizadora de los programas de formación: hacia un desempeño competente. *Revista de Curriculum Y Formación Del Profesorado*, 12(3). Retrieved from
<http://hdl.handle.net/10481/15091>

Piñeiro, O. P. Á. (2013). Mundos Virtuales Inmersivos Para Educación, Trabajo Colaborativo Y Simulacion. Retrieved from
<http://www.acofipapers.org/index.php/acofipapers/2013/paper/viewFile/524/134>

Rajagopal, A., Dembia, C. L., Demers, M. S., Delp, D. D., Hicks, J. L., & Delp, S. L. (2016). Full body musculoskeletal model for muscle- driven simulation of human gait, 63(10), 2068–2079. <http://doi.org/10.1109/TBME.2016.2586891>

Ramos, María Del Carmen; Larios Jose; Cervantes, Daniel; Leriche, R. (2007). Creación de ambientes virtuales inmersivos con software libre. *Revista Digital Universitaria*, 8(6), 3–9. Retrieved from http://www.revista.unam.mx/vol.8/num6/art47/jun_art47.pdf

Ridgwell, W., Kumar, V., Lin, O., & Kinshuk. (2011). OpenSim virtual worlds as platform for enhanced learning concepts. In *Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2011* (pp. 623–624). Athens: IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICALT.2011.192>

Rojo, D. E. (2008). *Aplicación de la Herramienta Open Source Sloodle y las Tecnologías*

del Procesamiento del lenguaje Natural para el Desarrollo de una Plataforma de Virtual Learning en la Universidad Carlos III de Madrid. Universidad Carlos III de Madrid.

Romero, M., Vizcaíno, A., & Piattini, M. (2008). A simulator for education and training in global requirements engineering: A work in progress. *Proceedings - The 8th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2008*, 123–125. <http://doi.org/10.1109/ICALT.2008.24>

Sánchez, Alfonso; Salvador, C. (2010). Los entornos virtuales como espacios de enseñanza y aprendizaje. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 10(44), 163–184. Retrieved from <http://scielo.unam.mx/pdf/rmie/v15n44/v15n44a9.pdf>

Sans, A., & Atenea Alonso Serrano, Lorena García Sanz, Irene León Rodrigo, Elisa García Gordo, Belén Gil Álvaro, L. R. B. (2012). Métodos de investigación de enfoque experimental. *Metodología de La Investigación Educativa*, 167–193. Retrieved from <http://www.postgradoune.edu.pe/documentos/Experimental.pdf>

Schettino, P. (2015). Re-defining the concept of immersion in digital immersive environments. *2015 Digital Heritage*, 2, 409–412. <http://doi.org/10.1109/DigitalHeritage.2015.7419536>

Sharma, Sharad; Jerripothula, Shanmukha; Mackey, Stephon; Soumare, O. (2014). Immersive virtual reality environment of a subway evacuation on a cloud for disaster preparedness and response training. In *2014 IEEE Symposium on Computational Intelligence for Human-like Intelligence (CIHLI)* (pp. 1–6). IEEE. <http://doi.org/10.1109/CIHLI.2014.7013380>

- Shukor, Nurbiha A; Abu, Mohd Salleh; Ahmad, N. (2015). A preliminary study on socially shared regulation during online collaborative mathematics learning. In IEEE (Ed.), *2015 IEEE Conference on e-Learning, e-Management and e-Services (IC3e)* (pp. 1–7). <http://doi.org/10.1109/IC3e.2015.7403477>
- Sitaram, D., Hallymysore, P., Harwalkar, S., Kathare, S., Srinivasan, A., Reddy, A., ... Sekhar, S. (2014). OpenSim: A simulator of openstack services. In *Proceedings - Asia Modelling Symposium 2014: 8th Asia International Conference on Mathematical Modelling and Computer Simulation, AMS 2014* (pp. 90–96). Taipei: IEEE. <http://doi.org/10.1109/AMS.2014.28>
- Stahl, G; Koschmann, T; Suthers, D. (2006). *Aprendizaje Colaborativo apoyado por computador: Una perspectiva histórica*. (Cambridge, Ed.).
- Ştefan, L. (2012). Immersive Collaborative Environments for Teaching and Learning Traditional Design. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 51, 1056–1060. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.287>
- Sykes, Juli M; Oskoz, Ana; Thorne, Steven. (2008). Web 2.0, synthetic immersive environments and mobile resources for language education. *Calicao Journal*, 25(3), 528–546.
- Talbott, S. A. (1962). Bio-Medical Research.
- Theng, L. F., & Neo, M. (2013). Students' perceptions of a constructivist Classroom: a collaborative learning approach. In IEEE (Ed.), *IEEE 63rd Annual Conference International Council for Educational Media (ICEM), 2013* (pp. 1–11). <http://doi.org/DOI: 10.1109/CICEM.2013.6820183>

- Tong, H., & Yang, Y. J. (2009). Human learning behaviors influenced by ICT. *ITME2009 - Proceedings 2009 IEEE International Symposium on IT in Medicine and Education*, 886–890. <http://doi.org/10.1109/ITIME.2009.5236295>
- Travassos Valdez, M., Machado Ferreira, C., Martins, M. J. M., & Maciel Barbosa, F. P. (2014). Virtual labs in electrical engineering education-The VEMA environment. In *ITHET 2014 - 13th International Conference on Information Technology Based Higher Education and Training* (pp. 3–7). New York. <http://doi.org/10.1109/ITHET.2014.7155714>
- Tsay, L. S., Williamson, A., & Im, S. (2012). Framework to build an intelligent RFID system for use in the healthcare industry. *Proceedings - 2012 Conference on Technologies and Applications of Artificial Intelligence, TAAI 2012*, 109–112. <http://doi.org/10.1109/TAAI.2012.58>
- Ullberg, L., Monahan, C., & Harvey, K. (2007). The New Face of emergency preparedness training: using Second Life to save first lives. In *Proceeding of Second Life Education Workshop 2007* (pp. 96–99). Chicago. Retrieved from <http://slcc2007.wordpress.com/>
- Valverde, J., & Ciudad, A. (2014). El uso de e-rúbricas para la evaluación de competencias en estudiantes universitarios. *Redu: Revista de Docencia Universitaria*, 12(1), 49–79.
- Vander-Valk, F. (2008). Identity, Power, and Representation in Virtual Environments. *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 4(2), 205–211. Retrieved from <http://jolt.merlot.org/vol4no2/vandervalk0608.pdf>
- Wang, R., & Wang, X. (2011). Virtual store design in collaborative virtual environments: History, characteristics, and culture. In *Proceedings of the 2011 15th International*

- Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design, CSCWD 2011* (pp. 793–800). Lausanne. <http://doi.org/10.1109/CSCWD.2011.5960208>
- Wei, L., Najdovski, Z., Abdelrahman, W., Nahavandi, S., & Weisinger, H. (2012). Augmented optometry training simulator with multi-point haptics. In *Conference Proceedings - IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics* (pp. 2991–2997). Seoul: IEEE. <http://doi.org/10.1109/ICSMC.2012.6378250>
- Wermann, J., Kliesing, N., Colombo, A. W., & Moraes, E. C. (2016). Impact of new ICT trends for the educational curriculum in the area of Industrial Automation and engineering. In *IECON 2015 - 41st Annual Conference of the IEEE Industrial Electronics Society* (pp. 3643–3648). Yokohama: IEEE. <http://doi.org/10.1109/IECON.2015.7392667>
- Zamora, R. (2010). Laboratorios Remotos: Analisis, Caracteristicas y su desarrollo como alternativa a la practica en la facultad de ingenieria. *Revista Inge-CUC* 6(6)
- Zamora-Musa, R., Villa, J.L. (2013). Estudio de la alternativa de ambientes virtuales colaborativos como herramienta de apoyo a laboratorio tele-operados en ingenieria. WEEF 2013.
- Zamora-Musa, R. (2014). *Estudio de los aportes de las herramientas de entornos colaborativos e inmersivos en el desarrollo de laboratorios con acceso remoto en la educación en ingeniería electrónica desde el punto de vista de su efectividad y diferenciación en el aprendizaje*. Universidad Tecnológica de Bolivar, UTB.
- Zamora-Musa, R., Vélez, J., & Villa, J. L. (2016). Contributions of Collaborative and Immersive Environments in Development a Remote Access Laboratory. In F. Milton

Mendes (Ed.), *Handbook of Research on 3-D Virtual Environments and Hypermedia for Ubiquitous Learning*. (pp. 4–7). Pennsylvania, USA.: IGI Global.

<http://doi.org/10.4018/978-1-5225-0125-1>

Zamora-Musa, R., Vélez, J., Paez-Logreira, H., Coba, J., Cano-cano, C., Martinez, O., (2017). Implementación de un recurso educativo abierto a través del modelo del diseño universal para el aprendizaje teniendo en cuenta evaluación de competencias y las necesidades individuales de los estudiantes. *Revista Espacios* 38(5).

Zhao, Huiqin; Sun, Bo; Wu, Hao; Hu, X. (2010). Study on building a 3D interactive virtual learning environment based onOpenSim platform. In IEEE (Ed.), *2010 International Conference onYear: 2010Audio Language and Image ProcCessing (ICALIP)*, (pp. 1407–1411). <http://doi.org/DOI: 10.1109/ICALIP.2010.5684986>

Zhu, Qing; Wang, Tao; Jia, Y. (2007). Second Life: A New Platform for Education. In IEEE (Ed.), *First IEEE International Symposium onInformation Technologies and Applications in Education, 2007. ISITAE '07*. (pp. 201–204). <http://doi.org/10.1109/ISITAE.2007.4409270>

Zinayna, L. A., & Carvallo. (2008). Education of Mechatronics I (Science and Technology of the Materials) with the TIC. In IEEE (Ed.), *Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference, 2008. CERMA '08*. (pp. 224–228). <http://doi.org/10.1109/CERMA.2008.85>

ANEXOS

Anexo No 1

Artículo publicado

revista Espacios

Anexo No 2

Guía de observación

Anexo No 3

Banco de preguntas

grupo control

Anexo No 4

**Banco de preguntas
grupo experimental**

Anexo No 5

Autorización del

director

Anexo No 6

Autorización del

docente

Anexo No 7

Formatos

consentimiento

informado

estudiantes

Anexo No 8

Formato

consentimiento

informado profesores